ผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นางสาวคณารักษ์ โชติจันทึก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 974-14-2482-5
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF LATERAL THINKING TEACHING IN SCIENCE INSTRUCTION ON SCIENTIFIC CREATIVE THINKING AND SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA ONE STUDENTS

Miss Kanarak Chodjuntuk

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2005

ISBN 974-14-2482-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดย	นางสาวคณารักษ์ โชติจันทึก
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณารักษ์ โชติจันทึก : ผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (EFFECTS OF LATERAL THINKING TEACHING IN SCIENCE INSTRUCTION ON SCIENTIFIC CREATIVE THINKING AND SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA ONE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษา: ผศ. ดร.อลิศรา ชูชาติ, 83 หน้า. ISBN974-14-2482-5

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ และ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสีคิ้ว "สวัสดิ์ผดุงวิทยา" จังหวัดนครราชสีมา แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ จำนวน 47 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ เป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ จำนวน 46 คน เครื่องมือที่มือในการวิจัย คือ 1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.61 และ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.71 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2. หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70
4. หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา หลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต คณารักษ์ โชติจันทึก
สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

4583660427: MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORD: LATERAL THINKING TEACHING / SCIENTIFIC CREATIVE THINKING / SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT

KANARAK CHODJUNTUK: EFFECTS OF LATERAL THINKING TEACHING IN SCIENCE INSTRUCTION ON SCIENTIFIC CREATIVE THINKING AND SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA ONE STUDENTS. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. ALISARA CHUCHAT, Ph.D. 83 pp. ISBN 974-14-2482-5

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were 1) to compare scientific creative thinking of students between before and after being taught lateral thinking 2) to compare scientific creative thinking of students between the groups being taught lateral thinking and the group taught by conventional method 3) to study the science learning achievement of students after being taught lateral thinking and 4) to compare science learning achievement of students between the groups being taught lateral thinking and the group taught by conventional method. The samples were mathayom suksa one students of Si Khiu "Sawad Padung Wittaya" School, Nakhon Rachasima in academic year 2005. The samples were divided into two groups: an experimental group consisted of 47 students which were taught lateral thinking and a comparative group consisted of 46 students which were taught by conventional method. The research instruments were 1) scientific creative thinking test with reliability at 0.61 and 2) science learning achievement test with reliability at 0.71. The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. After the experiment, an experimental group had mean score of scientific creative thinking higher than before the experiment at 0.05 level of significance.

2. After the experiment, an experimental group had mean score of scientific creative thinking higher than a comparative group at 0.05 level of significance.

3. After the experiment, an experimental group had the average score of science learning achievement at 76.80 percent which was higher than the criterion score set at 70 percent.

4. After the experiment, an experimental group had science learning achievement score higher than a comparative group at 0.05 level of significance.

Department	Curriculum, Instruction, and Educational Technology	Student's signature Kanarak Chodjuntuk
Field of study	Science Education	Advisor's signature
Academic year	2005	Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่มีคุณค่า เพื่อช่วยให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตลอดจนให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการและคณาจารย์ในหมวดวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 และ 1/3 โรงเรียนสีคิ้ว “สวัสดิ์ผดุงวิทยา” จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยในการทดลองและเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และเครือญาติทุกท่าน เป็นอย่างยิ่ง ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกด้านด้วยดีเสมอมา รวมทั้งเพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญแผนภาพ.....ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....4
สมมติฐานของการวิจัย.....4
ขอบเขตของการวิจัย.....5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....8
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์.....8
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์..... 10
ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์..... 10
การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์..... 13
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์..... 22
ความความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียน
การสอนวิทยาศาสตร์..... 22
การคิดนอกกรอบ.....24
ความหมายของการคิดนอกกรอบ.....24
วิธีการสอนการคิดนอกกรอบ.....25
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 30

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.....32
งานวิจัยในต่างประเทศ.....32
งานวิจัยในประเทศ.....35
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....37
รูปแบบการวิจัย.....37
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....38
การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนคิดนอกกรอบ.....39
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....41
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....45
การวิเคราะห์ข้อมูล.....45
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....47
ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....47
ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....49
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....50
สรุปผลการวิจัย.....50
อภิปรายผล.....51
ข้อเสนอแนะ.....54
รายการอ้างอิง.....55
ภาคผนวก.....59
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....60
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....62
ภาคผนวก ค แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการคิดนอกกรอบ.....67
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....83

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนคิดนอกกรอบ วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) เรื่องสารและสมบัติของสาร.....40

2 จำนวนข้อของแบบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร..... 43

3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....44

4 การเปรียบเทียบคะแนนค่าเฉลี่ย($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ.....47

5 การเปรียบเทียบคะแนนค่าเฉลี่ย($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับ การสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ..... 48

6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม ทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ.... 49

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

1 รูปแบบการวิจัย.....37

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกำลังสำคัญต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ประเทศไทยจึงได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังที่ แผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2545-2549 ได้กำหนดเป้าหมายให้มีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และการประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ อันนำมาซึ่งประโยชน์ในการฟื้นฟูและพัฒนาเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตของคนไทย ดังนั้น แผนการพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2545 – 2559 จึงได้กำหนดแนวทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยเร่งยกระดับการศึกษาวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพ แต่อย่างไรก็ตาม จากการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันระดับประเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี พ.ศ. 2547 โดยสถาบัน IMD (International institute for Management Development) พบว่า ประเทศไทยจัดอยู่ในอันดับที่ 55 จาก 60 ประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548: 2) และจากการศึกษาการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของกรมวิชาการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งประเทศ คิดเป็นร้อยละ 43.27 (กรมวิชาการ, 2547: 16) ซึ่งแสดงให้เห็นถึง คุณภาพของบุคคลด้านวิทยาศาสตร์ยังคงอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากเน้นที่การเรียนรู้เนื้อหา หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน ดังที่ ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2545: 12-13) ได้กล่าวถึง การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปได้ดังนี้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผลผลิตจากการคิด จึงจำเป็นที่ประเทศต้องมุ่งพัฒนาคุณภาพในการคิดด้วย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะถือได้ว่าเป็นกำลังสำคัญต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้ เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการคิดที่จะนำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาด้วย (Guilford, 1950: 10-11) ซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตราที่ 24 ว่าด้วยการจัด

กระบวนการเรียนรู้ต้องมีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา (คณะกรรมการปฏิรูปการศึกษา, 2542: 13) และข้อกำหนดนี้ได้ถูกถ่ายทอดลงในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ในเรื่องแนวการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นความคิดประเภทหนึ่งในมาตรฐานด้านคุณภาพของผู้เรียน ในมาตราที่ 4 ที่ระบุว่า ผู้เรียนต้องมีความคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ โดยมีตัวบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถมีความคิดริเริ่ม มีจินตนาการ สามารถคาดการณ์และกำหนดเป้าหมายได้ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2547: 5)

ปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นหน่วยงานโดยตรงที่รับผิดชอบในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับเยาวชนไทยทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสฝึกความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เยาวชนมีความรู้ ความสามารถในการคิดค้นสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อีกทั้งช่วยขยายขอบเขตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กว้างไกลและลึกซึ้งมากขึ้น นอกจากนี้ ยังส่งผลให้เยาวชนสามารถนำกระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในการดำรงชีวิตได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 216) เพื่อสอดคล้องกับเป้าหมายดังกล่าว ครูวิทยาศาสตร์จึงต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ Rutherford and Ahlgren (990: 25-26) กล่าวว่า “ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสถานที่สำคัญในการปลูกฝังให้นักเรียนได้กล้าแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ และวิศวกร พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และจินตนาการต่างเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้บุคคลดังกล่าวสามารถสร้างสรรค์ผลงานได้”

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ De Bono (1982: 2-3) ได้กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับการคิดนอกกรอบเนื่องจากการคิดนอกกรอบเป็นการคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่ครอบงำอยู่แล้วก่อให้เกิดแนวคิดใหม่หลายๆ อย่างขึ้น โดยที่ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลแห่งความคิดของการใช้กระบวนการและวิธีการคิดนอกกรอบ” นั่นคือ บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้

เป็นผลมาจากบุคคลนั้นได้เกิดความคิดนอกกรอบขึ้นมาก่อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัฒนา นุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2533) ได้เสนอรูปแบบการสอนที่เรียกว่า รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (พ.ค.ส.1) โดยการสอนมุ่งฝึกกระบวนการคิดเพื่อทำให้เกิดความคิดโดยขั้นแรกเป็นการคิดออกไปจากกรอบที่ครอบงำ ประกอบด้วยเทคนิคการหาแนวคิดที่ครอบงำ เทคนิคการเลื่อนการตัดสินใจ และเทคนิคการเปลี่ยนความเชื่อเดิม ขั้นที่สอง เป็นการสร้างแนวคิด ประกอบด้วยการคิด 2 แบบ คือ การคิดแบบรายบุคคล ประกอบด้วยเทคนิคการสร้างแนวคิดอื่น เทคนิคการสุ่มคำ และเทคนิคการคิดแบบโป และการคิดแบบกลุ่มเป็นทางการ ซึ่งรูปแบบการสอนนี้ได้นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสร้างเป็นชุดการสอนที่ฝึกการคิดนอกกรอบแยกไปจากบทเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญญา เรืองแก้ว (2537) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงและมีผลงานเชิงสร้างสรรค์ที่มีคุณภาพดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประยุทธ สุวรรณศรี (2540) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบในวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

Marzano และ Arredondo (1986, อ้างใน วิไลวรรณ ปิยะกรณ์, 2535: 3) ที่ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิด สรุปได้ดังนี้ ในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อพัฒนากระบวนการคิดนั้น ควรบูรณาการทักษะการคิดลงในเนื้อหาของหลักสูตรที่มีอยู่เดิม เพื่อจะไม่เป็นการเพิ่มรายวิชาขึ้นใหม่ และไม่เป็นการเพิ่มเนื้อหาในหลักสูตร อีกทั้งไม่เป็นการเพิ่มภาระให้แก่ครู ทำให้ครูและนักเรียนเกิดความตระหนักว่าทักษะการคิดสามารถนำไปประยุกต์ได้ทุกๆ กิจกรรม ไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะเวลาที่มีการสอนการคิดเท่านั้น และทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความหมายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนคิดนอกกรอบที่บ่งชี้ว่าการคิดนอกกรอบช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้น เช่น King และ King (1988) ได้ศึกษาการสอนกระบวนการคิดโดยใช้เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของ De Bono ในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาภาษาอังกฤษ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนจากการทำรายงานสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาณินี เทพหนู (2546) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการพัฒนาการคิดนอกกรอบ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการคิดนอกกรอบมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ และสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยของ Opper (1971: 25-26) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนนั้น สามารถพัฒนาได้ดีกับเด็กที่มีอายุระหว่าง 12-13 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่เด็กสามารถปรับเปลี่ยนความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนคิดนอกกรอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เนื้อหาเรื่องสารและสมบัติของสาร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

จากผลการวิจัยของ King และ King (1988) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคเพื่อพัฒนาการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของ De Bono กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ Valley Stein New York ในวิชาวิทยาศาสตร์และภาษาอังกฤษ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนจากการทำรายงานสูงขึ้น และงานวิจัยของ ภาณินี เทพหนู (2546: 70) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการพัฒนาการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของ De Bono พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการพัฒนาการคิดนอกกรอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการศึกษาผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ขอบเขตในการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

2.1. ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนคิดนอกกรอบ

2.1.2 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

2.2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาสาระที่ใช้ศึกษา คือ เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่อยู่ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความเกี่ยวข้องในเรื่องสารและสมบัติของสาร

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความรู้ที่แตกต่างจากเดิม โดยประกอบด้วยลักษณะการคิด 3 ด้าน คือ การคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสอนคิดนอกกรอบ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดทำให้เกิดความรู้และแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ โดยใช้การสอนตามแนวคิดของDe Bono ซึ่งประกอบด้วยการสอน 2 ขั้น คือ

1. **การหลีกเลี่ยงความคิดเดิม** โดยนักเรียนฝึกการคิดตามเทคนิคการสอนดังต่อไปนี้

1.1. เทคนิคการหาแนวคิดครอบงำและองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนหาความคิดที่ครอบงำและประเด็นสำคัญของปัญหา

1.2. เทคนิคการเลื่อนการตัดสินใจ เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนฝึกชะลอการตัดสินต่อแนวคิดของเพื่อนในขณะที่มีการนำเสนอ

1.3. เทคนิคการเปลี่ยนความเชื่อเดิม เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนหาคำตอบโดยตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย “ทำไม” และนำคำตอบที่ได้รับมาตั้งเป็นคำถามอย่างต่อเนื่อง จนคำตอบย้อนกลับมาที่ประเด็นสำคัญในตัวปัญหาที่กำหนดให้

2. **การกระตุ้นให้เกิดแนวคิดใหม่** ประกอบด้วยการสร้างแนวคิด 2 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบนักเรียนฝึกการคิดตามเทคนิคการสอนต่างกันดังนี้

2.1. การคิดแบบเป็นรายบุคคล เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนแต่ละคนได้สร้างแนวคิด ประกอบไปด้วยเทคนิคการสอน ดังต่อไปนี้

2.1.1. เทคนิคการสร้างทางเลือก เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

2.1.2. เทคนิคการกระตุ้นโดยการสุ่ม เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้แสดงความคิดเชื่อมโยงระหว่างคำที่ได้รับการสุ่มกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์

2.1.3. เทคนิคการคิดแบบโป เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมองปัญหาในเชิงบวก และแสดงความคิดเห็นที่เป็นไปไม่ได้จากปัญหา

2.2. การคิดแบบกลุ่มเป็นทางการ ประกอบด้วยเทคนิคการระดมสมอง เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนร่วมกันเสนอความคิดเป็นกลุ่ม เพื่อสร้างแนวคิดที่หลากหลายในเวลาที่กำหนด

การเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือสาระการเรียนรู้สาระการเรียนรู้พื้นฐาน เรื่องสารและสมบัติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่เน้นการสอนแบบสืบสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ที่เกิดจากการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดโดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
   1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
   1.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
   1.3 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
   1.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
   2.1 ความความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
   2.2 การคิดนอกกรอบ
      2.2.1 ความหมายของการคิดนอกกรอบ
      2.2.2 วิธีการสอนการคิดนอกกรอบ
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
   4.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
   4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงและให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้แตกต่าง ดังต่อไปนี้

Guildford (1950: 25) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์โดยอธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) กล่าวคือ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลากหลาย ซึ่งลักษณะการคิดเช่นนี้ จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึง

การคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ในขณะที่ Osborn (1963: 23) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (applied imagination) ซึ่งหมายถึง จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายปัญหาที่มนุษย์ประสบอยู่ ความคิดในการจินตนาการจึงเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นหรือการผลิตสิ่งแปลกใหม่เช่นเดียวกัน ส่วนTorrance (1965: 1) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความรู้สึกไวต่อปัญหา ข้อบกพร่องหรือสิ่งที่ขาดหายไป และสามารถรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานและเผยแพร่ผลผลิตได้ นอกจากนี้ Wallach and Kogan (1965: 19) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการคิดสิ่งที่ต่อเนื่องสัมพันธ์เป็นลูกโซ่ เรียกว่า ความคิดโยงสัมพันธ์ กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สิ่งนั้นจะเป็นสะพานช่วยเชื่อมโยงให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันต่อไปเรื่อยๆ และต่อมา De Bono (1982: 10-13) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถในการมองหาทางเลือกหลายทิศทาง โดยการคิดอย่างรอบด้านครอบคลุมทั้งความคิดนอกกรอบและความคิดในกรอบ ตลอดจนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากแนวคิดเดิมบ้างเล็กน้อย หรือแปลกไปจนไม่คงแนวคิดเดิมไว้เลย

สำหรับประเทศไทยได้มีการให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะเช่นเดียวกับแนวคิดของนักการศึกษาต่างประเทศโดย อารี รังสินันท์ (2532: 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจิตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นพบใหม่ทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึงหรือมองข้าม เป็นความคิดหลากหลาย คิดได้กว้างไกล เน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ อาจเกิดจากการคิดผสมผสานเชื่อมโยงระหว่างความคิดใหม่ๆ ที่แก้ปัญหาและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและสังคม นอกจากนี้ ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2537: 16) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ โดยอาจจะเป็นวิธีการคิด ทฤษฎี และหลักการได้สำเร็จ

จากคำอธิบายข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม ทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งนำไปสู่การเกิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาได้

1.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Pilt and Sund (1968: 6-8) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นแนวทางการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นที่ความคิดริเริ่มเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่แล้ว ยังเน้นถึงความมีคุณค่าอีกด้วย นอกจากนี้ Moravcsik (1981: 221-225) ได้อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดค้นหาความรู้ใหม่อันเป็นการตอบสนองความมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ 2 ประการ คือ 1)สามารถเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี 2) ตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ ซึ่งพยายามที่จะรู้และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นรอบๆตัวได้

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย สุวัฒก์ นิยมค้า (2531: 37) ได้อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการคิดออกนอกกรอบเดิม สามารถช่วยปรับขยายและเปลี่ยนแปลงกรอบโครงสร้างความรู้เดิมออกไป ทำให้ผู้เรียนสามารถปรับขยายความคิดและสร้างแนวคิดใหม่ได้ ในขณะที่ ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2539: 157) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่แสดงออกได้หลายมิติ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

จากคำอธิบายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความรู้ที่แตกต่างจากเดิม โดยประกอบด้วยลักษณะการคิด 3 ด้าน คือ การคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม

1.3 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชี้ให้เห็นถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งลักษณะความคิดดังกล่าวมีความสอดคล้องกับลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป Albert (1986: 5-6) Feldman (1986: 18) และ Gardner (1983: 65-67) กล่าวว่า “แม้ว่าความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะแตกต่างจากความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่ทั้ง 2 ส่วนนี้ มีความสอดคล้องกันในด้านลักษณะเฉพาะของความคิดสร้างสรรค์"

นักการศึกษาด้านจิตวิทยาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันดังนี้

Guildford (1950: 419-459) อธิบายถึงลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งสอดคล้องกับ Torrance (1965: 228-310) สรุปได้ว่า ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกมาได้ในรูปแบบของความสามารถต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดทั่วไป อาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลง หรือประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่
2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดในเรื่องเดียวกันโดยไม่ซ้ำกัน สามารถแสดงความคิดออกมาได้มาก หลายอย่างแตกต่างกัน Guildford อธิบายเพิ่มเติมว่าความคิดคล่องแคล่วสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ
    2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว
    2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันมากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด
    2.3 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค หรือสามารถนำคำมาเรียนกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หรือหลายรูปแบบ Guildford อธิบายเพิ่มเติมว่าความคิดยืดหยุ่น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
    1.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดหลายอย่างได้ในทันที
    1.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

อนึ่งจากลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ ที่กล่าวมาข้างต้น Guildford ได้เพิ่มเติมให้ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นอีกหนึ่งของลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความคิดในรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง ความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ เกิดเป็นภาพชัดเจน และได้ความหมาย

นอกจากนี้นักการศึกษาของประเทศไทย อารี รังสินันท์ (2532: 29) ได้กล่าวถึงลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ตามการจำแนกของ Guildford โดยแบ่งลักษณะของความคิดสร้างสรรค์เป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ปริมาณของความคิดที่คิดได้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสถานการณ์หนึ่งที่ไม่ซ้ำกัน
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง กลุ่มหรือประเภทของความคิดที่คิดได้
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดทั่วไป เป็นความคิดที่เกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงให้เกิดเป็นความคิดใหม่หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในเชิงรายละเอียดที่มีลักษณะเกาะติดและต่อเนื่องที่นำไปสู่ความลุ่มลึก แล้วสามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานได้สำเร็จ

จากลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ในข้างต้น สามารถสรุปลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงปริมาณความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสถานการณ์หนึ่งที่ไม่ซ้ำกัน
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดแล้วจัดจำแนกได้หลากหลายประเภท
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงที่แปลกใหม่โดยไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ Guildford and Christensen (Anastasi, 1988: 316-350) เป็นนักจิตวิทยากลุ่มแรกที่ได้ริเริ่มการพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน โดยแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ของ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ทางด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบนี้เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและผู้ใหญ่ โดยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แต่ละฉบับมีรายละเอียดดังนี้

1. ความคล่องในการใช้คำ (Word Fluency) เป็นการเขียนคำที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้
2. ความคล่องทางความคิด (Ideational Fluency) เป็นการเขียนชื่อสิ่งของที่มีคุณสมบัติตามลักษณะที่กำหนดให้ เช่น ให้บอกชื่อสิ่งของซึ่งกลมและขาว
3. ความคล่องด้านการเชื่อมโยง (Associational Fluency) เป็นการเขียนคำต่างๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้
4. ความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นการสร้างประโยคจากคำที่กำหนดให้ โดยกำหนดอักษรตัวแรกของแต่ละคำให้และห้ามให้ใช้คำซ้ำ
5. การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Alternate Uses) เป็นการบอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ในลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ประโยชน์โดยทั่วไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำประโยชน์อื่นอย่างไรบ้าง
6. การสรุปผล (Consequence) เป็นการบอกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้ เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนจะเกิดอะไรขึ้น เป็นต้น
7. ประเภทอาชีพ (Possible Jobs) เป็นการบอกอาชีพต่างๆที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น กำหนดคำว่าหลอไฟ อาชีพที่เกี่ยวข้อง คือ วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงงานทำหลอดไฟ เป็นต้น
8. การวาดรูป (Making Objects) เป็นการวาดรูปของสิ่งของจากเซทของรูปที่กำหนดให้ เช่น วงกลม และรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของรูปหนึ่งอาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้ และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่ต่อเติมรูปหรือเส้นอื่นๆเพิ่มขึ้นอีก
9. การร่างรูป (Sketches) เป็นการต่อเติมให้เป็นรูปจากภาพร่างที่กำหนดให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์และแตกต่างกันมากที่สุด
10. การตกแต่ง (Decoration) เป็นการตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

11. การแก้ปัญหา (Match Problem) เป็นการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ เช่น ให้เอาจำนวนก้านไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งออก โดยให้ก้านไม้ขีดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ

เนื่องจาก Guildford เป็นนักจิตวิทยากลุ่มจิตมิติที่มุ่งเน้นอธิบายโครงสร้างทางสติปัญญาว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบทางสติปัญญามิติใดบ้าง มากกว่าการพยายามอธิบายการเกิดและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ทฤษฎีนี้ก็เป็นแนวทางให้ Torrance พัฒนาทฤษฎีขึ้นมาในลักษณะที่เป็นการสร้างแบบวัด ชุดการสอน ที่สามารถนำมาใช้ในการปฏิบัติได้

แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ของTorrance (Anastasi,1988: 355-370) ที่ได้สร้างขึ้น มีชื่อว่า MTCT (Minnesota test of creative thinking) ต่อมาใช้ชื่อว่า TTCT (Torrance test of creative thinking) ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ได้หลายระดับอายุ ประกอบด้วยการวัดกิจกรรม 3 อย่าง คือ

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively with Picture)
2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (Thinking Creatively with Words)
3. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยเสียงและภาษา (Thinking Creatively with Sounds and Words: Sounds and Images)

<u>แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively with Picture)</u>

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ มี 2 แบบ คือ แบบA และแบบ B เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน ซึ่ง Torrance ได้กำหนดสิ่งเร้าให้มีลักษณะคล้ายกัน มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน แต่แตกต่างกันในสิ่งเร้าที่กำหนด แบบทดสอบทั้งสองฉบับสามารถใช้สำหรับระดับชั้นอนุบาลศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

<u>ลักษณะของแบบทดสอบ</u>

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ชุด ซึ่ง Torrance เรียกแบบสอบย่อยว่ากิจกรรม แบบสอบย่อยนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมชุดที่ 1 การวาดภาพ (Picture Construction)

เป็นการต่อเติมรูปภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ซึ่งสิ่งเร้านั้นมีลักษณะเป็นกระดาษสติกเกอร์สีเขียว รูปไข่ โดยให้ต่อเติมภาพให้แปลกใหม่น่าตื่นเต้น และน่าสนใจที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นให้ตั้งชื่อภาพที่วาดให้แปลกที่สุด

กิจกรรมชุดที่ 2 การต่อเติมรูปภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion)

เป็นการต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้เป็นรูปเส้นในลักษณะต่างๆ มีจำนวน 10 ภาพ เป็นการต่อเติมภาพให้แปลก น่าสนใจ และน่าตื่นเต้นมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมเสร็จแล้วให้แปลกและน่าสนใจด้วย

กิจกรรมชุดที่ 3 การใช้เส้นคู่ขนาน (Parallel Line)

เป็นการต่อเติมภาพจาเส้นคู่ขนาน จำนวน 30 คู่ เน้นการประกอบภาพโดยใช้เส้นคู่ขนานเป็นส่วนสำคัญของภาพและต่อเติมภาพให้แปลก แตกต่าง ไม่ซ้ำกัน จากนั้นให้ตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมด้วย

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ Torrance ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม

พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากคำตอบทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

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

4. คะแนนความละเอียดลออ

พิจารณาจากรายละเอียดของภาพที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบรูณ์ แล้วทำภาพชัดเจนและได้ความหมายสมบรูณ์ โดยให้คะแนนรายละเอียดส่วนละ 1 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

<u>แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (Thinking Creatively with Words)</u>

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษามี 2 แบบ แบบA และแบบ B เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน แบบทดสอบนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

<u>ลักษณะของแบบทดสอบ</u>

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 7 กิจกรรม ดังนี้

<u>กิจกรรมชุดที่ 1 การตั้งคำถาม</u>

เป็นการตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มากที่สุด เพื่อให้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นมากที่สุด และคำถามที่ตั้งขึ้นนั้นต้องไม่เป็นคำถามที่สามารถตอบได้เพียงแต่เหลือบดูรูปภาพเท่านั้น แต่จะต้องตอบจากการใช้ความคิด

<u>กิจกรรมชุดที่ 2 การเดาสาเหตุ</u>

เป็นการเขียนสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของรูปภาพในกิจกรรมที่ 1 ให้มากที่สุด

<u>กิจกรรมชุดที่ 3 การเดาผลที่จะเกิดตามมา</u>

เป็นการเขียนผลที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ในภาพที่กำหนดให้ในรูปภาพของกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมชุดที่ 4 ปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น

เป็นการดัดแปลงสิ่งของในภาพที่กำหนดให้ และมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

กิจกรรมชุดที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของ

เป็นการเขียนรายชื่อหรือบอกรายการของสิ่งของที่น่าสนใจและแปลกที่ทำมาจากสิ่งของที่กำหนดให้

กิจกรรมที่ 6 ตั้งคำถามแปลกๆ

เป็นการตั้งคำถามแปลกเกี่ยวกับสิ่งของต่างๆ ที่กำหนดให้

กิจกรรมที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุผล

เป็นการเขียนสิ่งที่คิดหรือคาดเดา ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ที่กำหนดให้

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา Torrance ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม

พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

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

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

สำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น Sandra and Robert (2001: 102) อธิบายถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า สถานการณ์ในแบบวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นควรเกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ แต่ไม่ควรเน้นเนื้อหาที่ได้เรียนรู้โดยตรง เนื่องจากจะทำให้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กลายเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Philip and Weiping (2005) ได้พัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีอายุ 13 ปี โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ฉบับแบบทดสอบภาษา โดยวัดลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะดังต่อไปนี้

1) การใช้ประโยชน์ เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับให้มากที่สุดจากการนำสิ่งของที่กำหนดมาใช้ โดยสถานการณ์นี้ได้กำหนดสิ่งของ คือ แก้วน้ำ

2) การตั้งคำถาม เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด โดยสถานการณ์สมมติให้นักเรียนสามารถเดินทางไปยังอวกาศได้

3) การปรับปรุงสิ่งของให้ดีขึ้น เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบปรับปรุงสิ่งของที่กำหนดมาให้ให้ได้มากที่สุด โดยสถานการณ์ให้นักเรียนปรับปรุงเกี่ยวกับจักรยานทั่วไป

4) การคาดเดาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ให้ได้มากที่สุดในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์สมมติให้ถ้าโลกนี้ไม่มีแรงโน้มถ่วงจะเกิดอะไรขึ้น

5) การแก้ปัญหา เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาจากปัญหาที่กำหนดให้ให้ได้มากที่สุด โดยสถานการณ์ให้นักเรียนหาวิธีการแบ่งรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกเป็นสี่ส่วนที่เท่าๆกัน

6) การออกแบบการทดลอง เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง ซึ่งนำไปสู่วิธีการตอบปัญหาที่ได้กำหนดไว้ โดยสถานการณ์ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพของผ้าเช็ดมือ

7) การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนวาดรูปซึ่งแสดงถึงหน้าที่ของชิ้นส่วนต่างๆ ในสิ่งประดิษฐ์นั้น โดยสถานการณ์ให้นักเรียนออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บลูกแอบเปิ้ล

<u>การตรวจให้คะแนน</u>

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

สำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นได้มีขึ้นในครั้งแรกโดยทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517) สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ฉบับทดสอบภาษาเขียนประกอบ ด้วยสถานการณ์ 3 สถานการณ์ ดังนี้

1) สมมติว่า เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ให้ได้มากที่สุดในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์สมมติให้โลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นแค่ขาเท่านั้นจะเกิดอะไรขึ้น

2) ทิ้งไข่ เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองให้มากที่สุด ซึ่งนำไปสู่วิธีการตอบปัญหาที่ได้กำหนดไว้ โดยสถานการณ์ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองที่จะทิ้งไข่ดิบ 1 ฟอง โดยเมื่อไข่ตกถึงพื้นแล้วยังไม่แตก

3) ปลาทอง เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองเกี่ยวกับปลาทองให้มากที่สุด โดยที่ไม่ทำให้ปลาทองบาดเจ็บถึงกับพิการหรือตาย และให้คิดหาวิธีแปลกๆ

<u>การตรวจให้คะแนน</u>

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

สุมาลี กาญจนชาตรี (2525) สร้างแบบทดสอบเพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ฉบับทดสอบภาษาเขียนประกอบ ด้วยสถานการณ์ 3 สถานการณ์ ดังนี้

1) การใช้ประโยชน์ เป็นสถานการณ์ที่มีรูปภาพประกอบ โดยให้นักเรียนบอกการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่กำหนดมาให้ได้มากที่สุด

2) นักประดิษฐ์ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนเลือกเครื่องมือจากที่กำหนดให้ แล้วนำมาประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกการนำไปใช้โดยย่อ

3) นักค้นคว้า เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีทดลองให้มากที่สุด เพื่อศึกษาการนำส่วนต่างๆ ของพืชไปใช้ประโยชน์ โดยสถานการณ์สมมติให้นักเรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์

<u>การตรวจให้คะแนน</u>

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) สร้างแบบทดสอบเพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ฉบับทดสอบภาษาเขียนประกอบ ด้วยสถานการณ์ 4 สถานการณ์ ดังนี้

1) นักนิยมไพร เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีทดลองให้มากที่สุด เพื่อศึกษาการนำส่วนต่างๆ ของพืชไปใช้ประโยชน์ โดยสถานการณ์สมมติให้นักเรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์

2) นักพยากรณ์ เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ให้ได้มากที่สุดในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์สมมติให้ถ้าโลกนี้มีไม่มีก๊าซออกซิเจน

3) นักเทคโนโลยี เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนเลือกเครื่องมือจากที่กำหนดให้ แล้วนำมาประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกการนำไปใช้โดยย่อ

4) นักทดลอง เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองให้มากที่สุด

<u>การตรวจให้คะแนน</u>

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

จากการศึกษาการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น งานวิจัยนี้มุ่งวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบตามแนวคิดของ Torrance ฉบับทดสอบภาษาเขียน โดยวัดความสามารถใน 3 ด้าน คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงปริมาณความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสถานการณ์หนึ่งที่ไม่ซ้ำกัน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดแล้วจัดจำแนกได้หลากหลายประเภท

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงที่แปลกใหม่โดยไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา Torrance ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม

พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

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

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อหาได้จาก ผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

2. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความคิดสร้างสรรค์กับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้ริเริ่มให้มีโครงการ “Project 2061” ขึ้นในปี ค.ศ. 1985 ซึ่งเป็นโครงการปฏิรูประบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีเป้าหมายให้ประชาชนชาวอเมริกาทุกคนมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Science for all Americans) โดยความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์นี้ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะนิสัยทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมไปถึงผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อบุคคลและสังคม จากข้อกำหนดดังกล่าว สภาวิจัยแห่งชาติ จึงได้กำหนดมาตรฐานความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (Benchmarks for Science Literacy) และมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (National Science Education Standards) ขึ้นเพื่อใช้เป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนระดับ K-12 โดยเน้นการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อันได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยี (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543: 28) ส่วนมาตรฐานความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดให้เรื่องของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในมาตรฐานด้านจิตวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วย 1) คุณค่าและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 2) การคำนวณและการประเมินค่า 3) การจัดการและการสังเกต4) การสื่อสาร และ 5) ทักษะการตอบสนองอย่างมีวิจารณญาณ Martin (1994: 66-71)นักการศึกษาชาวอเมริกา ได้วิเคราะห์มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ และได้ระบุให้ทักษะความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งของเป้าหมายของการจัดศึกษาวิทยาศาสตร์ในด้านการพัฒนาทางวิชาการและทักษะกระบวนการของนักเรียน 5 ด้าน คือ 1) ความรู้ความเข้าใจหลักการและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) เจตคติ คุณค่า และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ 3) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต 4) ทักษะที่เป็นพื้นฐานทางการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 5) ทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

สำหรับประเทศไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตราที่ 24 ระบุไว้อย่างชัดเจนว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้จำเป็นต้องมีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา (คณะกรรมการปฏิรูปการศึกษา, 2542: 13) และข้อกำหนดนี้ ได้ถูกถ่ายทอดเป็นแนวการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่มุ่งพัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (กรมวิชาการ, 2545: 21) นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 1-4) ได้ระบุว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องมุ่งพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงเหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้เทคโนโลยี ในการสืบค้นข้อมูลและการจัดการ และได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ข้อ ดังนี้ 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ 5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน 6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต และ 7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 226) ได้ระบุถึงทักษะความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียน ที่ควรได้รับการพัฒนาผ่านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความสามารถในการตัดสินใจ 2) การคิดขั้นสูง อันประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 3) ทักษะการสื่อสาร โดย สุวัฒก์ นิยมค้า (2531: 37) ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถปรับขยายและเปลี่ยนแปลงกรอบโครงสร้างความรู้เดิมออกไป ทำให้ผู้เรียนสามารถปรับขยายความคิดและสร้างแนวคิดใหม่ทางวิทยาศาสตร์ได้

จากคำอธิบายดังกล่าวจะเห็นได้ว่า เป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมีความสอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ กล่าวคือ มีเป้าหมายเพื่อมุ่ง

พัฒนาผู้เรียน 3 ด้าน คือ ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการคิดและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต

2.2 **การคิดนอกกรอบ** (Lateral Thinking)

2.2.1 **ความหมายของการคิดนอกกรอบ** (Lateral Thinking)

การคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) ในภาษาไทยได้มีผู้ใช้คำแปลที่แตกต่างกัน เช่น การคิดแนวข้าง (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545) การคิดแนวนอน (ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544) และการคิดนอกกรอบ (พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์, 2532) โดยงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้คำว่าการคิดนอกกรอบ เพื่อให้เข้าใจตรงกันในงานวิจัย

De Bono (1990: 11) ได้ให้ความหมายของการคิดนอกกรอบไว้ว่า การคิดนอกกรอบ หมายถึง ความพยามในการสร้างแนวทางหรือวิธีการที่แตกต่างไปจากการแก้ปัญหาเดิม โดยความคิดนั้นอาจดูไม่สมเหตุสมผลในตอนแรกแต่สามารถนำมาใช้เป็นการแก้ปัญหาได้ในภายหลัง ต่อมา Oxford ได้บัญญัติศัพท์คำว่า Lateral Thinking ไว้ในพจนานุกรม โดยได้ให้ความหมายของการคิดนอกกรอบว่า หมายถึง แนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาความคิดต่างๆ ที่ในเบื้องต้นอาจดูไม่สมเหตุผลหรือไม่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ (Hoenby, 1995: 225) นอกจากนี้ Brainstorm (2003) และ Mc Breen (1999) ได้อธิบายถึงความหมายของการคิดนอกกรอบที่สอดคล้องกันสรุปได้ดังนี้ การคิดนอกกรอบ หมายถึง การคิดที่คล้ายกับความคิดสร้างสรรค์ แต่รวมถึงการพยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่อาจดูไม่สมเหตุสมผล และ Brainstorm ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า การคิดนอกกรอบมี 2 ลักษณะ คือ 1) ชุดของเทคนิคที่ใช้เพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์และการรับรู้เพื่อสร้างความคิดใหม่ๆ และ 2) การสำรวจความเป็นไปได้และแนวทางที่หลากหลายแทนที่จะดำเนินไปในแนวทางใดทางหนึ่งเท่านั้น

ลักษณะการคิดของมนุษย์ De Bono (1990:37-43) ได้แบ่งลักษณะการคิดออกเป็น 2 ระยะคือ ระยะที่ 1 การคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) และระยะที่ 2 การคิดในกรอบ (Vertical Thinking) และอธิบายเพิ่มเติมว่าการคิดทั้ง 2 ลักษณะต่างกัน แต่การคิดทั้ง 2 ลักษณะมีการสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยการคิดทั้งสองมีสรุปได้ดังนี้

การคิดระยะที่ 1 (First-stage thinking) เป็นระยะของการคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) เป็นการคิดที่พยายามออกไปจากขอบเขตของความคิดเดิมเพื่อค้นหาและกระตุ้นความคิดหรือแนวทางใหม่ๆ โดยพยายามหลีกเลี่ยงรูปแบบความคิดเดิม

การคิดระยะที่ 2 (Second- stage thinking) เป็นระยะของการคิดในกรอบ (Vertical Thinking) กล่าวคือเมื่อใช้ระยะที่ 1แล้วจะเกิดการสร้างแนวคิด (Generate ideas) ที่หลากหลาย จากนั้นจึงนำแนวคิดต่างๆ มาทดสอบ(testing ideas) นั่นก็คือ การคิดระยะที่ 2 เพื่อพิจารณาแนวคิดที่เหมาะสมที่สุด โดยการคิดในกรอบ(Vertical Thinking)เป็นการคิดที่มีลักษณะตรงไปตรงมามีความเป็นเหตุเป็นผล และมีความถูกต้องในทุกขั้นตอน เช่น การคิดเชิงเหตุผล (Logical Thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking)

2.2.2 **วิธีการสอนการคิดนอกกรอบ**

การคิดนอกกรอบประกอบด้วยความสามารถในการคิด 2 ด้าน คือ การหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และการกระตุ้นความคิดใหม่ (De Bono, 1990: 75-96) โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. การหลีกเลี่ยงความคิดเดิม เป็นการพิจารณาแนวคิดหลักหรือแนวคิดที่ทำให้เกิดความเฉพาะเจาะจงในการตีความหมายข้อมูล แล้วค้นหาวิธีการที่จะมองหรือทำสิ่งต่างๆให้มีความหลากหลาย ปฏิเสธที่จะยอมรับข้อสันนิษฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้นเองรวมทั้งพยายามที่จะหลีกเลี่ยงจากการยึดติดกับมโนทัศน์เดิมและพยายามที่จะไม่มองสิ่งต่างๆ ในมุมมองเดิม ไม่ว่ามุมมองนั้นจะมีลักษณะดีหรือไม่ก็ตาม เพื่อที่จะตระหนักว่านอกจะมองสิ่งต่างๆ ตามวิธีที่คุ้นเคยแล้วยังมีวิธีการอื่นๆ ที่หลากหลายในการมองสิ่งเหล่านั้น การหลีกเลี่ยงนี้จำเป็นที่ต้องสร้างบริบทของปัญหาให้กว้างขึ้น เพื่อที่จะเปลี่ยนจุดสนใจและเปลี่ยนลำดับการเข้ามาของข้อมูล

2. การกระตุ้นให้เกิดความคิดใหม่ เป็นการให้ความสำคัญกับมุมมองที่ว่าความคิดนั้นจะนำไปสู่สิ่งใดบ้างมากกว่าที่จะมองว่าความคิดนั้นถูกต้องหรือไม่ เปิดโอกาสให้มีการก้าวข้ามขั้นตอนได้เพื่อสร้างความคิดใหม่ๆ แล้วนำความคิดนั้นมาพิจารณาอย่างละเอียดภายหลัง ซึ่งบางครั้งอาจจำเป็นที่จะทำผิดขั้นตอนเพื่อที่จะนำไปสู่แนวทางที่ถูกต้อง

ดังนั้น ความสามารถในการคิด 2 ด้านดังกล่าว จึงถือได้มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาการคิดนอกกรอบ ซึ่งเมื่อดำเนินการฝึกฝนตามวิธีการเพื่อให้สามารถเกิดการคิดทั้งสองด้านแล้ว ก็จะทำให้สามารถคิดนอกกรอบเพื่อให้ได้ความคิดใหม่ๆได้

De Bono ได้เสนอเทคนิคการพัฒนาการคิดนอกกรอบหลายเทคนิค ทั้งนี้เนื่องจากการได้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกเทคนิคต่างๆ ตามความถนัดของตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และนำการคิดนอกกรอบไปใช้ได้ นอกจากนี้การฝึกด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ สามารถสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ต่างๆได้ การคิดนอกกรอบนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถตามธรรมชาติ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องเพื่อเอาชนะแนวคิดเดิม โดยที่การฝึกทักษะนั้นจะได้ผลดีเมื่อมีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (De Bono, 1982: 116)

การพัฒนาการคิดนอกกรอบมีหลายเทคนิค ซึ่งสามารถจัดเทคนิคเพื่อพัฒนาการคิดนอกกรอบออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) การตระหนักรู้ถึงความคิดเดิมที่มีลักษณะเป็นความคิดเด่น และองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งการกำหนดข้อสันนิษฐานหรือข้อสรุปขึ้นมาเอง ทำให้เกิดความโน้มเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง และทำให้มีขอบเขตที่จำกัด เทคนิคที่ใช้ เช่น วิธีพิจารณาถึงความคิดเด่น และองค์ประกอบที่ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจ และไม่ยึดติดกับสิ่งเหล่านั้น ความคิดเด่นตามการรับรู้ของแต่ละคนมีความแตกต่างกัน และความคิดเด่นในสิ่งต่าง ๆ อาจมีหลายอย่างซึ่งมีความสำคัญลดหลั่นกันลงไป ซึ่งจะมีผลการมองสิ่งต่างๆ ส่วนองค์ประกอบที่สำคัญ คือ สิ่งที่ปรากฏอยู่เสมอไม่ว่าบุคคลจะมองสถานการณ์หรือสิ่งนั้นๆ ในลักษณะเช่นไร การรับรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญนั้นอาจเกิดขึ้นโดยไม่รู้ตัว การฝึกหาความคิดเด่น และองค์ประกอบที่สำคัญอาจทำได้โดยใช้หัวข้อข่าวจากหนังสือพิมพ์ รายการวิทยุ/โทรทัศน์การอภิปราย หรือการทำโครงงานออกแบบ โดยการออกแบบเกิดขึ้นเนื่องจากความต้องการสิ่งที่ใหม่ๆ การออกแบบเป็นวิธีการฝึกการคิดนอกกรอบที่ดีวิธีหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนสามารถแสดงออกแบบสองมิติ สามมิติ และด้วยการอธิบายด้วยถ้อยคำ

2) การเปลี่ยนแปลงความคิดโดยการหลีกเลี่ยง เทคนิคที่ใช้ได้ดีกับการหลีกเลี่ยงรูปแบบเดิม เช่น เทคนิคการถาม “ทำไม” เทคนิคการเปลี่ยนจุดสนใจ การเปลี่ยนลำดับการเข้ามาของข้อมูล การกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำของจำนวนความคิดใหม่ที่ต้องการ การเปลี่ยนมโนทัศน์ หรือแม้แต่การไม่ใช้มโนทัศน์เลย นอกจากนี้ยังสามารถใช้เทคนิคการแยกเป็นส่วนๆ เพื่อง่ายต่อการพิจารณาหรือเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นมโนทัศน์ใหม่โดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดสรุปได้ ดังนี้

- การตั้งคำถาม “ทำไม” เป็นการใช้คำถามเพื่อหาเหตุผลว่าสิ่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมีความจำเป็นที่จะต้องเป็นเช่นนั้นจริงหรือไม่เพราะเหตุใด ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบอันเป็นที่มาของเหตุผลที่หลากหลาย

- การกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำของจำนวนความคิดใหม่ที่ต้องการ เป็นการกำหนดไว้อย่างน้อยที่สุดต้องสร้างทางเลือกใหม่ให้ได้เท่ากับจำนวนที่กำหนดไว้

- การเปลี่ยนจุดสนใจโดยการเลือกจุดแรกของการรับรู้ และส่วนที่ได้รับความสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งนั้นๆ มีผลอย่างมากในการสร้างรูปแบบของการรับรู้ โดยส่วนใหญ่ข้อมูลที่เห็นได้ชัดกว่าที่จะถูกเลือกรับรู้ก่อน การฝึกทักษะในการเลือกจุดแรกของการรับรู้จึงเป็นการช่วยให้สามารถสร้างรูปแบบที่มีความหลากหลายมากขึ้น

- การเลื่อนการตัดสินใจ เป็นการชะลอการตัดสินต่อแนวคิดระยะหนึ่ง เพื่อพยายามคิดทบทวนอีกครั้งว่าแนวคิดนี้มีส่วนดีอะไรที่น่าจะนำไปใช้เพื่อสร้างแนวคิดที่ดีกว่า สมเหตุสมผลกว่าได้อย่างไร

3) การเปลี่ยนแปลงจากภายในเป็นการเปลี่ยนแปลงภายในรูปแบบเอง เช่น การแยกส่วนและการกลับด้านเพื่อมองในมุมมองอื่นๆ

- การแยกส่วน เนื่องจากจุดมุ่งหมายของการคิดนอกกรอบ คือ การมองสิ่งต่างๆ ด้วยมุมมองที่หลากหลาย เพื่อที่จะจัดรูปแบบใหม่ และสร้างความคิดใหม่ ดังนั้นการแยกส่วนจึงเป็นสิ่งที่ช่วยให้การสร้างรูปแบบใหม่เป็นไปได้ง่ายขึ้นโดยการประกอบส่วนย่อยๆ นั้นขึ้นด้วยมุมมองใหม่ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดรูปแบบใหม่ไม่ใช่เพื่ออธิบายสิ่งนั้น การจัดรูปแบบใหม่นี้จะช่วยให้หลีกเลี่ยงจากรูปแบบเดิม และสามารถสร้างความคิดใหม่ได้มากขึ้น

- วิธีการกลับด้าน เป็นวิธีการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างออกไปโดยการมองสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่เป็นอยู่ หลังจากนั้นจึงมองแบบกลับหน้ากลับหลัง หรือกลับซ้ายขวา รวมทั้งการกลับข้อความ ซึ่งจะเป็นวิธีที่ช่วยให้สามารถจัดข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างหลากหลายมากขึ้น วิธีการกลับด้านนี้จะทำให้สามารถมองสิ่งต่างๆ แตกต่างไปจากมุมมองเดิม

4) การเปลี่ยนแปลงจากภายนอกด้วยวิธีการขัดขวางความต่อเนื่องของรูปแบบเดิม เช่น การเปิดโอกาสให้ความคิดอื่นๆ เข้ามาในการรับรู้ หรือศึกษาความคิดของคนที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น หรืออาจใช้การสลับปัญหาโดยการพยายามแก้ปัญหาสองปัญหาไปพร้อมๆกัน ทำให้สามารถนำแนวทางในการแก้ปัญหาหนึ่งมาปรับใช้กับอีกปัญหาหนึ่งได้

5) การเปลี่ยนแปลงจากภายนอกด้วยเจตนาขัดขวางความต่อเนื่องของรูปแบบเดิมซึ่งแตกต่างจากเทคนิคการเปิดโอกาสให้ความคิดใหม่ในกลุ่มที่ 4 ตรงที่ไม่ได้รอให้เกิดโอกาสเกิดขึ้นเอง แต่เป็นการพยายามสร้างสถานการณ์เพื่อให้มีการขัดขวางความต่อเนื่องของรูปแบบเดิม เช่น เทคนิคการอุปมาอุปไมย และเทคนิคการกระตุ้นแบบสุ่ม

- การอุปมาอุปไมยในการฝึกการคิดนอกกรอบนี้ สิ่งที่นำมาเปรียบอาจไม่จำเป็นต้องเหมาะสมเสมอไป บางครั้งสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบที่ดูไม่น่าจะไปด้วยกันได้กลับนำไปสู่การสร้างสรรค์ความคิดใหม่ ๆ ได้เป็นอย่างดี

- การกระตุ้นแบบสุ่ม อาจใช้การสุ่มคำ จากหนังสือพิมพ์ จากพจนานุกรม ฯลฯ แล้วพยายามสร้างความเชื่อมโยงสิ่งที่กำลังคิดอยู่กับคำที่สุ่มได้

<u>ประโยชน์ของการคิดนอกกรอบ</u>

De Bono (1990: 8-10) เสนอว่า การคิดเป็นกระบวนการการทำงานของสมอง โดยเกิดจากการสะสมข้อมูลและสร้างแบบแผนเฉพาะหรือรูปแบบที่ตายตัวขึ้นมาเพื่อความสะดวกในการนำมาใช้แก้ปัญหา จึงเป็นข้อจำกัดต่อการที่จะเปลี่ยนมุมมองของปัญหา ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาความคิดนอกกรอบขึ้นมา ดังนี้

1. เพื่อสร้างความคิดใหม่ๆ

2. เพื่อแก้ปัญหาโดยแบ่งปัญหาออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) ปัญหาที่ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อค้นหาข้อมูลในการแก้ปัญหาหรือเทคนิคที่ดีในการแก้ปัญหา

2) ปัญหาที่ไม่ต้องการข้อมูลใหม่แต่ต้องการการจัดเรียงข้อมูลที่มีอยู่ด้วยวิธีการใหม่ๆ

3) ปัญหาที่เกิดจากการไม่มีปัญหา กล่าวคือ ปัญหาที่มีคำตอบหรือวิธีการแก้ไขอยู่แล้ว แต่ควรได้รับการปรับปรุงให้วิธีการแก้ปัญหานั้นมีความหลากหลาย

3. ช่วยในการจัดข้อมูลไม่ให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติด้วยวิธีการทางตรรก เพื่อที่จะสามารถเลือกจัดกระทำข้อมูลได้ตามความต้องการ

4. ช่วยประเมินรูปแบบที่สมองกำหนดไว้แล้วว่าจะสามารถพัฒนาในส่วนใดได้บ้าง

5. ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการแบ่งขั้วหรือการแบ่งแยกอย่างชัดเจนซึ่งเป็นอุปสรรคในการที่จะใช้ข้อมูลได้อย่างเต็มที่

จากแนวคิดเกี่ยวกับการใช้เทคนิคเพื่อพัฒนาการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของ De Bono สามารถนำมาพัฒนาจัดการสอนคิดนอกกรอบ ประกอบด้วยขั้นการสอน 2 ขั้น ดังนี้

1. <u>การหลีกเลี่ยงความคิดเดิม</u> ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคการสอนดังต่อไปนี้

1.1 เทคนิคการหาแนวคิดครอบงำและองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา

เมื่อมีปัญหาจะมีแนวคิดครอบงำทำให้คิดแก้ปัญหาไปตามแนวคิดนี้ จึงไม่สามารถแนวคิดอื่นที่มีลักษณะเป็นความคิดริเริ่ม ความคิดที่แปลกใหม่ได้ ดังนั้นเมื่อต้องการแก้ปัญหาจึงต้องใช้เทคนิคการคิดว่ากรอบครอบงำคืออะไร และคิดให้แตกต่างออกไปจากแนวคิดครอบงำ

1.2 เทคนิคการเลื่อนการตัดสินใจ

เมื่อคิดแก้ปัญหาอาจมีแนวคิดบางอย่างที่ดูไม่สมเหตุสมผล ไม่น่าจะใช้ได้ ฟังดูตลก เมื่อได้แนวคิดแบบนี้แล้วอย่าเพิ่งตัดสินโดยทันทีว่าแนวคิดนี้ใช้แก้ปัญหาไม่ได้ แต่ควรเลื่อน การตัดสินว่าแนวคิดนี้ใช้ประโยชน์ไม่ได้ไประยะหนึ่ง พยายามคิดทบทวนอีกครั้งว่าแนวคิดนี้มีส่วนดีอะไรที่น่าจะนำไปใช้เพื่อสร้างแนวคิดที่ดีกว่า สมเหตุสมผลกว่าได้อย่างไร

1.3 เทคนิคการเปลี่ยนความเชื่อเดิม

ความเชื่อเดิมเป็นสิ่งที่จำกัดขอบเขตของแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา จึงต้องคิดที่จะเปลี่ยนความเชื่อเดิมว่า เมื่อปัญหาเกิดขึ้น ไม่ได้มีเฉพาะความเชื่อเดิมนี้เท่านั้นที่จะใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา แต่มีความเชื่อแบบอื่นๆ อีกมากมายที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้เทคนิคการถาม “ทำไม” (The “Why” Technique) เมื่อมีปัญหาที่จะต้องแก้ไข ใช้การถาม ทำไม กับตัวเองหรือคนอื่น ถามทำไม ไปเรื่อยๆ เพื่อให้สามารถทราบว่า ความเชื่อเดิมที่กำหนดแนวคิดเดิมมีว่าอย่างไร และเพื่อเปลี่ยนความเชื่อเดิมว่าไม่จำเป็นเฉพาะแนวคิดแบบเดียวนี้เท่านั้นที่จะใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าเรามีความเชื่อใหม่เกิดขึ้น ก็จะมีแนวคิดใหม่ในการแก้ปัญหาเกิดขึ้นได้หลายแนวคิด

2. <u>การกระตุ้นให้เกิดความคิดใหม่</u> ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคการสอนดังต่อไปนี้

2.1 การสอนการคิดแบบเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มชั้นเรียนที่มีรูปแบบกลุ่มไม่เป็นทางการ

2.1.1 การสร้างแนวคิดอื่น

เมื่อมีปัญหาต้องคิดเสมอว่าแนวคิดในการแก้ปัญหาไม่ได้มีเพียงแนวคิดเดียว ต้องพยามคิดหาแนวคิดอื่นที่จะนำมาใช้เป็นแนวคิดในการแก้ปัญหา

2.1.2 การสุ่มคำเพื่อเร้าให้เกิดแนวคิด

การใช้การสุ่มคำจากพจนานุกรมมาเร้าให้คิดว่า คำที่สุ่มได้นั้นจะทำให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างไร

2.1.3 เทคนิคการคิดแบบโป: การคิดที่เหนือกว่า ใช่/ไม่ใช่ (Po: Beyond Yes/No) คือ โป เป็นการคิดว่าปัญหาทุกปัญหามีทางเป็นไปได้ที่จะแก้ปัญหา พยายามคิดเพื่อใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วเป็นสิ่งที่จะทำให้ได้แนวคิดอื่นที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2.2 การคิดแบบกลุ่มเป็นทางการ

การระดมสมอง (Brainstorming) เป็นการสร้างแนวคิดจากการประชุมกลุ่มอย่างเป็นทางการ เปิดโอกาสให้สมาชิกได้เสนอแนวคิดโดยไม่มีการประเมินแนวคิดในช่วงระดมสมอง หลังจากนั้นจึงรวบรวมแนวคิดที่ได้แล้วคัดเลือกเพื่อปรับปรุงเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกัน ซึ่งสรุปได้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าอันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ซึ่งผลที่เกิดจากการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่แสดงออกใน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย (ภพ เลาหไพบูลย์, 2537: 295 และ ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544: 125)

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ Klopfer (Bloom and others, 1971: 562-563) เป็นผู้จำแนกประเภทของพฤติกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นที่ยอมรับ ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้สำหรับวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ไว้โดยเฉพาะ ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and comprehension) เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ ข้อตกลง แนวโน้มและลำดับขั้นตอน การจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ หลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีหรือแนวคิดที่สำคัญ ความสามารถในการระบุหรือชี้บ่งความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

2. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and methods) เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน วิทยาศาสตร์ต่างสาขา และปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processes of scientific inquiry) เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการลงมือปฏิบัติโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาคำตอบ

4. เจตคติและความสนใจ (Attitudes and interests) เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ การยอมรับว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นแนวทางของความคิดแนวหนึ่ง การเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความสนใจที่จะเลือกอาชีพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ในประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 11-15) ซึ่งเป็นหน่วยงานโดยตรงที่รับผิดชอบในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอเป้าหมายสำคัญที่ต้องการวัดประเมินผลจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจำแนกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก ซึ่งความรู้ความคิดแบ่งออกเป็น 6 ด้านโดยในแต่ละด้านสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนดังนี้ 1) ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้ หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสาระสนเทศ 2) ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้ 3) การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง 4) การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย 5) การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และ6) การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

การประเมินผลความรู้ความคิดในด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ไม่สามารถประเมินได้ด้วยข้อสอบ จึงต้องประเมินการแสดงออกของผู้เรียนจากการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อที่จะช่วยผู้เรียนได้พัฒนาความคิดระดับสูง

2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ โดยกระบวนการเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ1) ทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การรับรู้ เตรียมความพร้อม การตอบสนอง การฝึกฝน การปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ และ 2) กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

3. เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ด้าน ดังนี้ 1) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่าน

กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในข้างต้น พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย โดยงานวิจัยนี้มุ่งใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งประกอบด้วย

1. ความรู้-ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้ หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสาระสนเทศ
2. ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
3. การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

4.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

De Bono (1982) ได้ทดลองใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบกับกลุ่มนักธุรกิจจำนวน 44 คน โดยใช้วิธีการให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมตามที่De Bonoกำหนด ในตอนแรกให้กลุ่มตัวอย่างคิดหาแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหาเอง โดยไม่ได้ใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบเป็นเวลา 5 นาที แล้วรวบรวมแนวคิดที่ได้ไว้ ส่วนการคิดในตอนที่ 2 ให้ใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบ โดยวิธีการสุ่มคำเพื่อเร้าความคิด โดยให้สมาชิกในกลุ่มคนใดคนหนึ่งสุ่มคำจากพจนานุกรมแล้วเขียนบนกระดาน แล้วให้สมาชิกทุกคนใช้ความคิดเพื่อสร้างแนวคิดเป็นเวลา 5 นาทีเช่นกัน แล้วนำความคิดที่ได้จากทั้ง 2 แบบ คือการคิดด้วยตนเองกับคิดโดยการใช้สุ่มคำมาเขียนรวมกันบนกระดาน หลังจากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มทั้งสองเลือกโดยการลงความเห็นว่าแนวคิดใดเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ผลปรากฏว่าแนวคิดที่ได้รับเลือกให้นำมาใช้แก้ปัญหาคือเป็นแนวคิดที่ได้จากการสุ่มคำ จากเทคนิคการคิดนอกกรอบ ผลการวิจัยจึงเป็นข้อความรู้ที่จะสนับสนุนให้เห็นว่า การคิดนอกกรอบสามารถสร้างแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาได้ดีกว่าการคิดโดยไม่ใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบของDe Bono

Forter and Penick (1985) ได้ร่วมกันศึกษาการทำงานเป็นกลุ่มที่มีผลกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 5-6 จำนวน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 5 คน กลุ่มควบคุมทำกิจกรรมอย่างเดียวกันแต่เป็นรายบุคคล กิจกรรมที่ฝึกเป็นการสร้างวงจรไฟฟ้า จาก

อุปกรณ์ที่กำหนดให้ประกอบด้วย สายไฟ หลอดไฟ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า (แบตเตอรี่) ให้ได้วงจรรูปแบบต่างๆที่แปลกๆ และเป็นไปได้ และประเมินผลการทำงานทั้งทางด้านความคิดสร้างสรรค์และด้านเนื้อหา คือใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับการใช้ภาษา (Verbal Form A) ของ Torrance และวิเคราะห์แผนผังวงจรไฟฟ้าที่นักเรียนสร้างขึ้น และแบบทดสอบการทำนายวงจรไฟฟ้าที่กำหนดตำแหน่งของแบตเตอรี่ให้ (The Batteries and Bulb Prediction Test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำงานเป็นกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ทำงานตามลำพัง

Moir (1986) ได้ศึกษาผลการใช้การคิดนอกกรอบเพื่อกระตุ้นนักศึกษาให้เกิดการสร้างความคิดอเนกนัย โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 72 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ซึ่งได้รับการสอนโดยการคิดในกรอบ และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มได้รับการสอนโดยการใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบของ De Bono กลุ่มที่หนึ่งเป็นการสอนโดยตรง และกลุ่มที่สองเป็นการสอนโดยอ้อม และเปรียบเทียบคะแนนในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับสอนโดยการใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการคิดในกรอบ ในด้านความคิดคล่องและความคิดริเริ่ม และคะแนนของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยตรง และโดยอ้อมไม่แตกต่างกัน

Albano (1987) ได้ศึกษาวิธีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้สมมติฐานที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยทักษะทางสมอง 4 ประการ คือ ทักษะด้านจินตนาการ (Imagery) ทักษะด้านอุปมา (Analogy) ทักษะด้านเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Association) และทักษะการเปลี่ยนรูป (Transformation) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพเป็นทหารในแผนกการสื่อสารของรัฐนิวเจอร์ซี่ สหรัฐอเมริกา (U.S. Army Communication-Electronic Command) จำนวน 66 คน ใช้เวลาในการฝึกรวม 20 ชั่วโมง ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 1985 หลังจากการฝึกทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของTorrance ทั้งฉบับที่เป็นรูปภาพ และภาษา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการฝึกทั้ง 4 ด้าน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์มากกว่าก่อนการฝึก

King and King (1988) ได้ศึกษาการใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบของDe Bono กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ Valley Stean New York ในวิชาวิทยาศาสตร์และภาษาอังกฤษ โดยในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจะสอนกระบวนการคิดตามเทคนิคการคิดของDe Bono จบแล้วให้วิจารณ์ข้อมูลเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน และในวิชาภาษาอังกฤษสอนการคิดแล้วให้วิจารณ์ลักษณะตัวละคร จากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยรายงานว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ

คะแนนจากการทำรายงานสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าเทคนิคการคิดนอกกรอบสามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นด้วย

Stump-Zimmerman (1989) ได้ศึกษาผลของความสามารถในการคิดนอกกรอบที่มีต่อการสรุปประเด็นที่มีความคลุมเครือ และการตัดสินใจของกลุ่มขนาดเล็ก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างในการสื่อสารภายในกลุ่มของกลุ่มที่สมาชิกมีความสามารถในการคิดนอกกรอบสูงกับกลุ่มที่สมาชิกมีความสามารถในการคิดนอกกรอบต่ำ โดยใช้แบบสอบเพื่อคัดความสามารถในการคิดนอกกรอบ แล้วจึงแบ่งคะแนนกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างร่วมอภิปรายถึงกรณีปัญหาหนึ่ง และสังเกตการณ์สรุป แบบของการสรุป การโต้ตอบ และการจัดการ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่มีความสามารถในการคิดนอกกรอบสูงมีการสนทนาที่มีคุณภาพมากกว่า มีการท้าทายและการรับฟังมากกว่า รวมทั้งมีความยืดหยุ่นกับข้อสรุปมากกว่ากลุ่มที่มีความสามารถในการคิดนอกรอบต่ำ แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิดนอกกรอบมีผลต่อการสรุปอ้างอิง ทั้งในด้านการใช้ถ้อยคำ เพื่อค้นหาคำตอบในการสรุปอ้างอิง และการจัดการกับข้อสรุป

Bell (1992) ได้ศึกษาเทคนิคการคิดแบบ PMI (Plus-Minus-Interest) ของ De Bono เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการเขียนของนักศึกษา โดยได้ทำการศึกษากับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 55 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเขียนแบบประเพณีนิยม และกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยเทคนิคการคิดแบบ PMI ของ De Bono ผลการศึกษาพบว่า คะแนนหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของทั้งสองกลุ่ม พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยด้วยเทคนิคการคิดแบบ PMI มีพัฒนาการมากกว่ากลุ่มควบคุม

Barak and Doppelt (1999) ได้ศึกษาการบูรณาการโปรแกรม CoRT (Conitive Research Trust) ของ De Bono เข้ากับหลักสูตรเทคโนโลยีที่ใช้งานเป็นฐาน ซึ่งความคิดสร้างสรรค์เป็นผลรวมของการคิดในกรอบและการคิดนอกกรอบ โดยในภาคเรียนแรกนักเรียนจะได้เรียนเครื่องมือในการคิดโปรแกรม CoRT จากอุปกรณ์เลโก-โลโก (Lego-Logo) และในภาคเรียนที่สองนักเรียนจะได้ทำงานตามโครงงานของตนเอง จากการศึกษาเป็นระยะเวลา 3 ปี พบว่า นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการแก้ปัญหาและนำแนวทางในการแก้ปัญหาที่คัดสรรค์แล้วมาใช้ โดยแนวทางในการแก้ปัญหานั้นเกิดจากการคิดที่ผสมผสานกันของการคิดนอกกรอบซึ่งเป็นการสำรวจความคิดที่หลากหลายโดยไม่มีการตัดทิ้ง และการคิดในกรอบซึ่งเป็นการคิดที่ศึกษาแนวคิดนั้นอย่างลึกซึ้ง

รวมถึงการพิจารณาความเป็นไปได้และข้อจำกัดของระบบและแนวทางในการแก้ปัญหาที่ค้นพบ นอกจากนี้งานวิจัยยังสนับสนุนถึงบทบาทของเทคโนโลยีที่มีต่อการพัฒนาความคิดขั้นสูงของนักเรียน

4.2 งานวิจัยในประเทศ

พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2533) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนมัธยมศึกษา โดยสร้างเป็นชุดการสอนตามแนวความคิด และเทคนิคการคิดของDe Bono ฝึกควบคู่ไปกับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยฝึกแยกจากบทเรียนนอกเวลาเรียนตามปกติ กลุ่มทดลองใช้เวลาฝึก 3 คาบต่อสัปดาห์ เป็นจำนวน 16 สัปดาห์ หลังจากจบการฝึกจะวัดด้วยแบบวัดความคิดนอกกรอบตามแนวคิดของ De Bono และวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการประเมินจากผลงาน ผลการทดลองพบว่า คะแนนความคิดนอกกรอบ และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธัญญา เรืองแก้ว (2537) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกฝนการคิดนอกกรอบ ผสมผสานด้วยการคิดวิจารณญาณ กับการสอนตามแนว สสวท. โดยผู้วิจัยทำการทดลองสอนกับนักเรียน ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแนวการสอน สสวท. สำหรับความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แยกเป็นส่วนที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ กับคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณภาพของโครงการสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามแนวการสอน สสวท. ทั้งในด้านนวภาพ และในด้านการเพาะความคิด และเมื่อพิจารณาความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการตรวจสอบคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ก็พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบ ในด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ด้านความเพียงพอในการแก้ปัญหา ด้านความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ ด้านการใช้ประโยชน์และความสมบูรณ์ของผลงาน ยกเว้นในด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจเท่านั้นที่กลุ่มควบคุมมีแนวโน้มสูงกว่า

ประยุทธ สุวรรณศรี (2540) ได้ศึกษาผลการสอนตามรูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 60 คนใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน กลุ่มเปรียบเทียบจำนวน 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม ตามรูปแบบการสอนเน้นความคิดนอกกรอบตามแนวคิดของ De Bono จำนวน 13 ครั้ง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมตามปกติ ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดความคิดนอกกรอบ และวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทุกคนในระยะก่อนทดลอง พบว่าคะแนนการคิดนอกกรอบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองของกลุ่มทดลอง มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาณินี เทพหนู (2546) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ โดยสร้างเป็นชุดการสอนตามแนวความคิดของDe Bono ฝึกควบคู่ไปกับการสอนวิชาชีววิทยา กลุ่มทดลองใช้เวลาฝึกจำนวน 21 คาบ หลังจากการทดลองวัดด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ผลการทดลองพบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ผลของการสอนคิดนอกกรอบตามแนวคิดของ De Bono สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ ซึ่งสามารถวัดด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยภาษาตามแนวคิดของ Torrance นอกจากนี้ การสอนคิดนอกกรอบ ยังส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นเช่นเดียวกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนคิดนอกกรอบ
4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experiment design) มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับสอนแบบปกติ และมีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง ดังรูปแบบการวิจัยในแผนภาพ

แผนภาพที่ 1 รูปแบบการวิจัย

กลุ่มทดลอง	O_1	————	X_1	———— O_2
กลุ่มเปรียบเทียบ	O_1	————	X_2	———— O_2

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

X_1 หมายถึง การสอนคิดนอกกรอบ

X_2 หมายถึง การสอนแบบปกติ

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสีคิ้ว “สวัสดิ์ผดุงวิทยา” อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือกจังหวัด ผู้วิจัยเลือกจังหวัดโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง คือ จังหวัดนครราชสีมา จากจังหวัดที่อยู่ในเขตที่ 4 จำนวน 5 จังหวัด คือ นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ สุรินทร์ และศรีษะเกษ

2. เลือกโรงเรียน ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง โดยโรงเรียนที่เลือกเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ ประเภทสหศึกษา เปิดทำการสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้บริหารและอาจารย์ในโรงเรียนให้การสนับสนุนและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

3. เลือกกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวน 10 ห้องเรียน ผู้วิจัยจึงพิจารณาจากคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 101) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 นำคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้ง 10 ห้องเรียน มาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นรายห้องแล้วทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 10 ห้องเรียน โดยใช้ One way-ANOVA ทดสอบค่าเอฟ (F-test) ครั้งละคู่ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจำนวน 1 คู่ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 มีคะแนนเฉลี่ย 35.37 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.19 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 มีคะแนนเฉลี่ย 35.21 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.13 ผู้วิจัยเลือกนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

3.2 ทำการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

3. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนคิดนอกกรอบ

3.1 ศึกษาตำรา หนังสือ เอกสาร วารสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เป็นหลักในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การพัฒนากระบวนการคิดนอกกรอบ และการใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนการสอน

3.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่องสารและสมบัติของสาร และวิเคราะห์เนื้อหากิจกรรมเพื่อนำไปออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนคิดนอกกรอบ

3.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนคิดนอกกรอบให้คลอบคลุมเนื้อหาเรื่องสารและสมบัติของสาร โดยสอดคล้องกับเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดนอกกรอบ จำนวน 8 แผน ภายใต้คำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนคิดนอกกรอบประกอบด้วยขั้นการสอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอน ประกอบด้วยการสอน 2 ขั้นตอน คือ

1. การคิดนอกกรอบ ประกอบด้วยการสอนการคิด 2 ส่วน คือ

1) การหลีกเลี่ยงความคิดเดิม

1.1 เทคนิคการหาแนวคิดครอบงำและองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา

1.2 เทคนิคการเลื่อนการตัดสินใจ

1.3 เทคนิคการเปลี่ยนความเชื่อเดิม

2) การกระตุ้นเกิดความคิดใหม่

2.1 การคิดแบบรายบุคคล

2.1.1 การสร้างแนวคิดอื่น

2.2.2 การสุ่มคำ

2.2.3 เทคนิคการคิดแบบโป

2.2 การคิดแบบกลุ่มเป็นทางการ/การระดมสมอง

2. การคิดในกรอบ เป็นการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SciencetificThinking) การคิดเชิงเหตุผล เป็นการคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking)

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนคิดนอกกรอบ วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) เรื่องสารและสมบัติของสาร

หัวข้อเนื้อหา	กิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ		เวลา (คาบ)
	การหลีกเลี่ยงความคิดเดิม	การกระตุ้นเพื่อเกิดความคิดใหม่	
1. สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสาร	การเปลี่ยนความเชื่อเดิม	การสุ่มคำเพื่อเร้าให้เกิดแนวคิด	2
2. ประเภทของสาร	การเลื่อนการตัดสินใจ	การสร้างแนวคิดอื่น	2
3. สมบัติของสารเนื้อเดียว	การเปลี่ยนความเชื่อเดิม	การสุ่มคำเพื่อเร้าให้เกิดแนวคิด	3
4. สมบัติของสารเนื้อผสม	การเปลี่ยนความเชื่อเดิม	การสุ่มคำเพื่อเร้าให้เกิดแนวคิด	3
5. การแยกสารเนื้อเดียว	การเลื่อนการตัดสินใจ	การระดมสมอง	3
6. การแยกสารเนื้อเดียว(ต่อ)	การหาแนวคิดที่ครอบงำ	การระดมสมอง	3
7. การแยกสารเนื้อผสม	การหาแนวคิดที่ครอบงำ	การคิดแบบโป	2
8. การแยกสารเนื้อผสม(ต่อ)	การเลื่อนการตัดสินใจ	การสร้างแนวคิดอื่น	2
	รวม		20

3.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนคิดนอกกรอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 8 แผน ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการประเมินผลการจัดกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปข้อแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แก้ไขเนื้อหาบางส่วนให้ชัดเจนมากขึ้น
2. ปรับปรุงด้านภาษาให้เข้าใจง่ายและชัดเจนมากขึ้น
3. ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการสอนควรนำของจริงมาให้นักเรียนศึกษาเพื่อให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น
4. ในขั้นตอนการกระตุ้นเพื่อเกิดความคิดใหม่ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตามแนวคิดที่ได้เสนอ

3.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วเสนอไปยังอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ไข (ดูตัวอย่างในภาคผนวก ค)

4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดการพัฒนาเครื่องมือแต่ละฉบับ ดังนี้

4.1 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดอัตนัยซึ่งดัดแปลงมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance จำนวน 3 ข้อ โดยในแต่ละข้อมีเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาตำรา เอกสาร งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับลักษณะของความคิดสร้างสรรค์และวิธีการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาผู้วิจัยอิงแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1965) เป็นแนวทางการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.1 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ

1) ความคิดคล่อง (Fluency Thinking) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบให้ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองได้มากในเวลาจำกัด

2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility Thinking) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบ

3) ความคิดริเริ่ม (Originality Thinking) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

1.2 การตรวจให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1. คะแนนความคิดคล่อง

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม

พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

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

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อหาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

2. สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ จากนั้นนำมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3. นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เสนอไปยังอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้าง เนื้อหา ตลอดจนความชัดเจนของภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ มีดังนี้ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรใช้ภาษาที่นักเรียนอ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย กระชับไม่ยาวจนเกินไป

4. นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสูงเนิน อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา แล้วนำมาให้คะแนน และวิเคราะห์โดยหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่า

(α-coefficient) ของ Cronbanch มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.61 (ดูตัวอย่างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในภาคผนวก ข)

4.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาตำราหนังสือและเอกสารที่เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2. กำหนดโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เนื้อหาสาระเรื่องสารและสมบัติของสาร ดังรายละเอียดในตาราง

ตารางที่ 2 จำนวนข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสาร และสมบัติของสาร

พฤติกรรม / เนื้อหา	ความรู้-ความจำ (ร้อยละ30)	ความเข้าใจ (ร้อยละ40)	การนำไปใช้ (ร้อยละ30)	รวม
1. สมบัติของสาร	2	2	-	4
2. ประเภทของสาร	3	4	3	10
3. การแยกสารเนื้อผสม	3	5	4	12
4. การแยกสารเนื้อเดียว	3	6	5	14
รวม	11	17	12	40

3. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องตามโครงสร้างข้อสอบในตาราง จากนั้นนำมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมทั้งในด้านเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบ แล้วปรับปรุงแก้ไขแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความตรง (IOC) และปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบ และนำ

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสูงเนิน อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ที่ผ่านการเรียนเรื่องสารและสมบัติของสารมาแล้ว

5. วิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบสำเร็จรูป เพื่อศึกษาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson: KR-20) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และประสิทธิภาพของตัวเลือกและตัวลวง โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้ต้องมีค่าระดับความยากตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อครั้งที่ 1 พบว่า จำนวนข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้ มีจำนวน 30 ข้อ ดังตาราง

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เนื้อหา	จำนวนข้อสอบทั้งหมด (ข้อ)	จำนวนข้อสอบที่ได้รับคัดเลือก (ข้อ)
1. สมบัติของสาร	4	2
2. ประเภทของสาร	10	7
3. การแยกสารเนื้อผสม	12	10
4. การแยกสารเนื้อเดียว	14	11
รวม	40	30

6. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนโนนสูง อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ค่าความเที่ยง KR-20 เท่ากับ 0.61 มีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 (ดูตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในภาคผนวก ข)

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยตนเอง โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัยเข้าไปในโรงเรียนสีคิ้ว "สวัสดิ์ผดุงวิทยา" เพื่อขออนุญาตทดลองจัดการเรียนการสอนด้วยการสอนคิดนอกกรอบ ให้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 102) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548

5.2 จัดการเรียนการสอนด้วยการสอนคิดนอกกรอบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ๆ ละ 3 คาบ ๆ ละ 50 นาที

5.3 เก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัย

5.3.1 ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ทั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้เวลาในการทดสอบ ครั้งละ 30 นาที

5.3.2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบ เฉพาะหลังการทดลอง โดยใช้เวลาในการทดสอบ ครั้งละ 60 นาที

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแต่ละประเภทมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

<u>6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)</u>

1. หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ทั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for Windows

2. หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ทั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for Windows

6.2 <u>การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test)</u>

1. ทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบทั้งก่อนและหลังการทดลอง ด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test Independent) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for Windows

2. ทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for Windows

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ หลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test Independent) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for Windows

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการสอนการคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ

จากการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนค่าเฉลี่ย($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ

ค่าสถิติ / การทดสอบ	$\overline{X}$	S.D.	t-test
ก่อนการทดลอง	8.43	3.47	
			13.83*
หลังการทดลอง	26.23	7.31	

*P < 0.05 ($t_{.05}$ = 2.210)

จากตาราง พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียน เท่ากับ 8.43 และ 26.23 คะแนน และมี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.47 และ 7.31 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้การสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ

จากการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบคะแนนค่าเฉลี่ย($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	S.D.	t-test
กลุ่มทดลอง	26.23	7.31	3.69*
กลุ่มเปรียบเทียบ	21.77	3.72	

*P < 0.05 ($t_{.05}$ = 1.980)

จากตาราง พบว่า ภายหลังการทดลองกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 26.23 และ 21.77 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.31 และ 3.72 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ

จากการศึกษาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ และกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$	t-test
กลุ่มทดลอง	23.04	1.98	76.80	4.23*
กลุ่มเปรียบเทียบ	21.28	2.03	70.93	

*P<0.05 ($t_{.05}$ = 1.980)

จากตาราง พบว่า ภายหลังการทดลอง กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เท่ากับ 23.04 และ 21.28 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.98 และ 2.03 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.80 และ 70.93 ตามลำดับ ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถทางการเรียนของกรมวิชาการ (2533: 24) พบว่าจัดอยู่ในระดับดี และเมื่อนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมาทดสอบความแตกต่างแล้ว พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบ และ4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสีคิ้ว “สวัสดิ์ผดุงวิทยา” แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการสอนคิดนอกกรอบ จำนวน 47 คน และกลุ่มเปรียบเทียบได้รับการสอนแบบปกติจำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ เครื่องมือในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสอนคิดนอกกรอบ และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบปกติ จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ 21 คาบเท่ากัน และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการทดลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการเรียนด้วย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

1. ภายหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 และ 2

2. ภายหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 และ 4

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยอภิปรายตามลำดับของตัวแปรตาม 2 ตัว คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. **ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**

จากการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 และ 2 แสดงให้เห็นว่า การสอนคิดนอกกรอบช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นไปได้เนื่องจากเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของ De Bono มีความสอดคล้องกับลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ดังนี้

ขั้นการหลีกเลี่ยงความคิดเดิม นักเรียนจะได้ฝึกคิดหาความคิดที่ปิดกั้นไม่ให้เกิดความคิดใหม่โดยแสดงความคิดเห็นร่วมกันต่อสถานการณ์ที่นักเรียนศึกษา ด้วยเทคนิคการคิดหาแนวคิดที่ครอบงำและองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา การเลื่อนการตัดสิน และการเปลี่ยนความเชื่อเดิม เมื่อนักเรียนทราบความคิดที่ปิดกั้นแล้วจะสามารถคิดได้แตกต่างจากความคิดเดิม ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม และขั้นตอนการสร้างแนวคิด นักเรียนได้ฝึกคิดสร้างความคิดให้มากที่สุด ด้วยเทคนิคการสร้างทางเลือก การกระตุ้นแบบสุ่ม การคิดแบบโป และการระดม ในขั้นนี้ทำให้นักเรียนสามารถคิดได้ในปริมาณที่มากและหลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นและความคิดคล่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ De Bono (1984: 16-17) ได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า บุคคลจะมีความคิดสร้างสรรค์ได้ เป็นผลมาจากบุคคลได้เกิดความคิดนอกกรอบขึ้นมาก่อน ซึ่งการคิดนอกกรอบ เป็นลักษณะของการคิดออกไปจากขอบเขตของความคิดเดิมซึ่งปิดกั้นแนวคิดใหม่ การคิดนอกกรอบจะก่อให้เกิดแนวคิดใหม่หลายๆอย่าง และก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ๆ โดยขนาดของความคิดนั้นไม่สำคัญหรือยิ่งใหญ่ไปกว่าปริมาณของความคิดเพราะปริมาณความคิดนั้นมีคุณค่ามากต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Moir (1986) พบว่า การฝึกอบรมนักการศึกษาด้วยเทคนิคการพัฒนาการคิดนอกกรอบสามารถพัฒนาความคิด

ความคิดสร้างสรรค์ของนักการศึกษาให้สูงขึ้นได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532) ได้ทดลองการสอนเทคนิคการคิดนอกกรอบแยกจากการเรียนการสอนเนื้อหากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และประยุทธ สุวรรณศรี (2540) ได้ออกแบบการสอนเทคนิคการคิดนอกกรอบพร้อมกับสอนเนื้อหากับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่า ผลของการสอนคิดนอกกรอบพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น ดังนั้น การสอนด้วยการคิดนอกกรอบจึงสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

อนึ่ง ถึงแม้ว่าผลการวิจัยภายหลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเปรียบเทียบสูงกว่าก่อนการทดลอง แต่อย่างไรก็ตาม ภายหลังการทดลองกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบโดยตรงสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ และการที่กลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นนั้น ทั้งนี้เพราะลักษณะการจัดการเรียนการสอน แม้จะเป็นการสอนแบบปกติ แต่ก็เป็นการสอนแบบสืบสอบความรู้ที่มีการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามสร้างคำถาม แล้ววางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการศึกษาค้นคว้า โดยการกำหนดสมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน เช่น การทำการทดลอง การศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ แล้ววิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป ซึ่งถ้าครูสอนตามหลักการสอนแบบสืบสอบความรู้ ก็สามารถช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้เช่นกัน ซึ่งจากผลงานวิจัยของ Opper (1971: 25-26) พบว่า อายุของเด็กที่สามารถปรับความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 12-13 ปี แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องรอให้ผู้เรียนมีอายุอยู่ในช่วงดังกล่าวก่อน เพราะการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หากเริ่มต้นได้ก่อนก็จะเป็นเรื่องที่ดี เพียงแต่ต้องพิจารณาว่านักเรียนมีความพร้อมที่จะรับการพัฒนาในเรื่องนั้นๆ เพียงใด

2. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์**

จากผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 และ 4 แสดงว่า การสอนคิดนอกกรอบส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถทางการเรียนของกรมวิชาการ (2533: 24) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า

การสอนคิดนอกกรอบเป็นการเรียนในสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร และประกอบด้วยการสอน 2 ขั้น คือ ขั้นการสอนคิดนอกกรอบ เป็นขั้นที่นักเรียนฝึกคิดออกไปจากกรอบที่ครอบงำความคิด แสดงความคิดได้อย่างอิสระ ทำให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดที่แปลกใหม่ สามารถคิดหาแนวทางแก้ปัญหาได้หลากหลายแนวทางต่อสถานการณ์ที่นักเรียนศึกษา และขั้นการสอนคิดในกรอบ เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆจากการคิดนอกกรอบ โดยเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และในขั้นตอนนี้จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ King และ King (1988) ที่ได้ศึกษาการสอนกระบวนการคิดตามเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดนอกกรอบของ De Bono ในวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาภาษาอังกฤษ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนจากการทำรายงานสูงขึ้น และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ณัฏฐพงศ์ เจริญพิทย์ (2538) ที่ได้ศึกษาค่าประสิทธิภาพของการสอนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบสมองครบส่วน โดยได้จัดกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่สืบเนื่องจากบทเรียน เป็นกิจกรรมหนึ่งในวิธีการสอนตามรูปแบบดังกล่าว พบว่า วิธีการสอนแบบนี้ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ภาณินี เทพหนู (2546) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ ซึ่งกิจกรรมนี้มีความสัมพันธ์กับบทเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงขึ้น

แม้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 สูงกว่าร้อยละ 70 เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากในภาคเรียนที่ 1 นักเรียนได้รับการสอนแบบปกติ ซึ่งเป็นการสอนแบบสืบสอบความรู้ที่มีการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามสร้างคำถาม แล้ววางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการศึกษาค้นคว้าโดยการกำหนดสมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน เช่น การทำการทดลอง การศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ แล้ววิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป ซึ่งถ้าครูสอนตามหลักการสอนแบบสืบสอบความรู้ ก็สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้สูงขึ้นได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 และสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ แสดงว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

ข้อเสนอแนะ

1. **ข้อเสนอแนะจากการวิจัย**

จากการวิจัย พบว่า การสอนคิดนอกกรอบสามารถช่วยเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และสูงกว่าการสอนแบบปกติ ดังนั้น ผู้สอนสามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนได้ และการสอนคิดนอกกรอบมุ่งเน้นให้นักเรียนพยายามเสนอความคิดของตนเอง ดังนั้น ในการนำไปใช้ผู้สอนควรต้องให้เวลานักเรียนปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ระยะหนึ่งและในช่วงนี้ผู้สอนจะต้องคอยชี้แนะและให้กำลังใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีความศรัทธาในความคิดของตนเอง และกล้าแสดงความคิดเห็น

2. **ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการสอนคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ บนพื้นฐานเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร ดังนั้น หากมีการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาผลของการสอนคิดนอกกรอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และอาจใช้เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545. **การคิดเชิงสร้างสรรค์**. กรุงเทพ: ซัคเซสมีเดีย.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543. **การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา**. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง (มหาชน).

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2545. **แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545 – 2559)** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ: พริกหวานกราฟฟิค .

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2547.**มาตรฐานการศึกษาและตัวบ่งชี้ เพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก: ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2547**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน).

คณะกรรมการปฏิรูปการศึกษา. 2542.**พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542**. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟิก.

คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2544.**แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549)**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539. **ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์: แนวคิดและแนวปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ดวงกมล.

ธัญญา เรืองแก้ว. 2537.**การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามแนวการสอน สสวท**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสารมิตร.

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร. 2517.**การสร้างแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. 2544. **จิตวิทยาด้านการคิด**. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นต์.

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. 2527. **ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประยุทธ สุวรรณศรี. 2540. **ผลการใช้รูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบที่ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาคจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. 2537. **ความคิดสร้างสรรค์ความสามารถที่พัฒนาได้**. กรุงเทพ: โรงพิมพ์บพิธการพิมพ์.

พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์. 2533. **การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์สำหนับนักเรียนมัธยมศึกษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาคจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2542. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ภาณินี เทพหนู. 2546. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน.2545. **รายงานศักยภาพของคนไทยกับขีดความสามารถในการแข่งขัน ปี 2547**. กรุงเทพ: พริกหวานกราฟฟิค.

วิไลวรรณ ปิยะกรณ์. 2535. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ**. ปริญญานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสารมิตร.

ศิริชัย กาญจนวาสี. 2544. **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**. กรุงเทพ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2546. **การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

สุมาลี กาญจนชาตรี. 2525. **การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวัฒก์ นิยมค้า. 2531. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้**. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.

อารี รังสินันท์. 2532. **ความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสารมิตร.

ภาษาอังกฤษ

Albano, Charles. 1987. **The Effect of an Experimental Training Program on Creative Thinking Abilities of Adults**. Doctor's Thesis Temple University.

Albert, R. S. (Ed.). 1983. **Genius Eminence**. New York: Pergamon.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1990. **Science For All Americans**. New York: Oxford University Press.

Anastasi, Anne.1988. **Psychology Testing**. New York: Macmillan.

Barak, M. and Doppelt, Y. 1999. "Integrating the Cognitive Research Trust (CoRT) Program for Creative Thinking". **Research in Science and Technological Education**. November,17(2)

Bell, R.L. 1992. **A study of De Bono's PMI thinking tool as a mean enhancing student writing performance**. Dissertation Abstract International. A 53/11(May)

Bloom, Benjamin S. and other. 1971. **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York: McGraw-Hill Book.

Brain Storming. 2003. **Definition of Creative Thinking, Lateral Thinking, Brain Storming, Opportunity**. Available from: http://www.brainstorming.co.uk/tutorial/definition.html

De Bono, Edward. 1982. **Lateral Thinking: A textbook of Creativity**. London: Penguin Book.

De Bono, Edward. 1990. **Lateral Thinking**. London: Penguin Book.

Feldman, D.H. 1986. **Nature's Gambit**: New York: Basic Books.

Foster, G.W. and J.E. Penick.1985. "Creative in a Cooperative Group Setting". **Journal Research in Science Teaching** 22. (1): 89-98.

Gardner, H. 1983. **Frame of Mind: The Theory of Multiple Intelligence**. New York: Basic Books.

Guilford, J.P. 1950. **The Nature of Human Intelligence**. New York: McGraw-Hill.

Hoenby Albert, A.S. 1995. **Oxford Advanced learner's Dictionary of Current English**. Oxford: Oxford University Press.

King, T.A. and King, A.J. 1988. "Creativity by Design". **Education Leadership**.30(7): 29-31.

Martin, M.W. 1994. **Cognition**. Florida: Hult, Rinehart and Winston.

McBreen, P. 1999. **Practical Object: Lateral thinking and Object Think**. Available from: http://mcbreen.ab.ca/task/LateralThinging.pdf

Moir, P.E. 1986. **Training continuing educators for divergent thinking**. Dissertation Abstract International.

Moravesik, M.J. 1981. "Creative in Science Education". **Science Education** 65. (2): 221-225.

Opper, R.J. 1971. **The nature of creative**. Cambridge: Cambridge university Press.

Osborn, A.F. 1963. **Creative Imagination**. New York: Charles Serbners Son.

Philip Adey and Weiping Hu. 2005. **A Scientific Creativity Test for Secondary School Students**. Available from: http://www.paper.edu.cn

Piltz. A and Sund R. 1969. **Creative Teaching of Science in Elementary School**. Boston: Allyn and Bacon, Inc.

Rutherford, Andrew and Ahlgren, T.W. 1990. Imagination, Logic and Open-Mindedness. **Science of All American**. London: Oxford University.

Sandra K. Enger and Robert E. Yager. 2001. **Assessing Student Understanding in Science.** California: Crowin Press, Inc.

Torrance, E.P. 1965. **Guilding Creative Talent**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. Inc.

Wallach, M.A. and Kogan, N. 1965. **Modes of Thinking in Young Children: A Study of the Creativity-Intelligence Distinction**. New York: Holt, Rinechart and Winston.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์	หัวหน้าภาควิชาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิทัศน์ ฝักเจริญผล	รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
3. อาจารย์ ดร. สุมาลี กาญจนชาตรี	อาจารย์ประจำหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพิน ดิษฐสกุล	อาจารย์ประจำหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์พรพรหม ชัยฉัตรพรสุข	อาจารย์ประจำหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ประวิทย์ บึงสว่าง	อาจารย์ประจำหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยการคิดนอกกรอบ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์	หัวหน้าภาควิชาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร. สุมาลี กาญจนชาตรี	อาจารย์ประจำหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์ ประยุทธ สุวรรณศรี	หัวหน้าแผนกวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ตัวอย่างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์)

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล .....ชั้น.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวนทั้งหมด 3 ข้อ โดยแต่ละข้อให้เวลานักเรียนในการทำข้อละ 10 นาที รวมเวลาสอบทั้งสิ้น 30 นาที
2. อาจารย์ผู้คุมสอบจะเป็นผู้ให้สัญญาณหมดเวลาในการทำแบบทดสอบแต่ละข้อ เมื่อนักเรียนได้ยินสัญญาณแล้วให้หยุดทำทันที จากนั้นอาจารย์ผู้คุมสอบจะเก็บแบบทดสอบพร้อมทั้งแจกแบบทดสอบในข้อต่อไป
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูงถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบในเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
4. เขียนชื่อ– สกุล ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ในชีวิตประจำวันของเราต้องเกี่ยวข้องกับสารที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์(ตัวประสานที่ทำให้สารรวมเป็นเนื้อเดียวกัน)อยู่เสมอ ถ้าหากไม่มีสารชนิดนี้แล้ว นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง โดยเขียนผลกระทบที่เกิดขึ้นให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายผลกระทบในแต่ละข้ออย่างกระชับ (ภายในเวลา 10 นาที)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์)

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ต่อไปนี้เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องสารและสมบัติของสาร ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับช่องตัวอักษรที่ตรงกับความเข้าใจของนักเรียนมากที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

---

1. สมบัติของสารใดต่อไปนี้ ที่ตรวจสอบได้จากการทดลองเท่านั้น
   ก. สี
   ข. กลิ่น
   ค. สถานะ
   ง. การละลายน้ำ

2. ลักษณะสำคัญของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีคืออะไร
   ก. เกิดสารใหม่ขึ้น
   ข. มวลของสารคงที่
   ค. ขนาดของสารเล็กลง
   ค. รูปร่างเปลี่ยนไปจากเดิม

3. "การเติมไข่แดงจะช่วยให้น้ำสลัดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน" จากข้อความนี้ สารชนิดใดที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์
   ก. น้ำ
   ข. น้ำมัน
   ค. ไข่แดง
   ง. น้ำสลัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. น้ำส้มสายชูและน้ำกลั่นต่างก็เป็นสารเนื้อเดียว แต่มีความแตกต่างกันอย่างไร
   ก. น้ำส้มสายชูมีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำกลั่น
   ข. น้ำส้มสายชูมีจุดเดือดไม่คงที่ แต่น้ำกลั่นมีจุดเดือดคงที่
   ค. น้ำส้มสายชูเป็นสารบริสุทธิ์ แต่น้ำกลั่นเป็นสารละลาย
   ง. น้ำส้มสายชูเป็นสารบริสุทธิ์ แต่น้ำกลั่นเป็นเป็นสารไม่บริสุทธิ์

5. น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากใบมะกรูดมีสมบัติเป็นอย่างไร
   ก. จุดเดือดสูง
   ข. ละลายในตัวทำละลายทุกชนิด
   ค. จุดเดือดต่ำและไม่ละลายในน้ำ
   ง. สลายตัวง่ายเมื่อได้รับความร้อน

6. การแยกสารใดต่อไปนี้ ใช้วิธีการได้เหมาะสมที่สุด
   ก. น้ำมันพืชจากน้ำด้วยกรวยแยก
   ข. แอลกอฮอล์จากน้ำด้วยการระเหิด
   ค. น้ำมันหอมจากดอกกระดังงาด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลาย
   ง. สารสีม่วงจากดอกอัญชันด้วยการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

7. การแยกสารด้วยการกลั่นแบบธรรมดาและการกลั่นลำดับส่วนมีหลักการที่เหมือนกันอย่างไร
   ก. สารที่มีปริมาณน้อยจะแยกออกมาก่อน
   ข. สารที่มีจุดเดือดต่ำจะกลายเป็นไอออกมาก่อน
   ค. สารที่มีจุดเดือดสูงจะกลายเป็นไอออกมาก่อน
   ง. สารที่ละลายในน้ำได้ดีจะควบแน่นออกมาก่อน

8. การเกิดเม็ดเกลือขึ้นในถ้วยน้ำปลาเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่าอะไร
   ก. การระเหิด
   ข. การระเหย
   ค. การตกผลึก
   ง. การควบแน่น

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการคิดนอกกรอบ ด้วยเทคนิคการเลื่อนการตัดสินใจและเทคนิคการสร้างทางเลือก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนการคิดนอกกรอบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ประเภทของสาร

ระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เวลา 2 คาบ

สาระสำคัญ

นักวิทยาศาสตร์นิยมใช้ลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร โดยแบ่งสารเป็น 2 ประเภท คือ สารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม

นอกจากนี้ก็สามารถใช้ขนาดของอนุภาคเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร แบ่งได้ 3 ประเภท คือ สารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย โดยมีขนาดอนุภาคของสารเรียงจากเล็กไปใหญ่ตามลำดับ

คอลลอยด์ที่มักพบในชีวิตประจำวัน คือ อิมัลชันซึ่งเกิดจากของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ละลายซึ่งกันและกันโดยต้องมีสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสาน ที่เรียกว่า อิมัลซิฟายเออร์ เช่น นมสด น้ำสบู่ เป็นต้น

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบหน่วยนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้
2. จำแนกสารเป็นหลายประเภทตามเกณฑ์ต่างๆที่กำหนดขึ้นเองได้
3. จำแนกประเภทของสารโดยใช้ลักษณะเนื้อสารและขนาดอนุภาคของสารเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารได้
4. ยกตัวอย่างสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม และคอลลอยด์ที่พบในชีวิตประจำวันได้
5. เปรียบเทียบขนาดอนุภาคของสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอยได้
6. ระบุชนิดของสารที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ได้

เนื้อหา

สารที่อยู่รอบตัวเรามีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสมบัติของสาร ดังนั้นเพื่อให้เกิดความสะดวกในการศึกษาค้นคว้าจึงได้มีการจัดจำแนกสารออกเป็นประเภทต่างๆโดยใช้สมบัติของสารเป็นเกณฑ์ประกอบการพิจารณา เช่น สถานะของสาร ลักษณะเนื้อสาร สีสัน รูปทรง การนำความร้อน การละลาย เป็นต้น โดยอาจใช้สมบัติเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารหรืออาจจะใช้สมบัติหลายๆอย่างมาประกอบการพิจารณาก็ได้ สารที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีสมบัติบางอย่างที่เหมือนกันแต่ก็อาจมีสมบัติบางอย่างที่

แตกต่างกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสาร เช่น ดิน เกลือแกง แป้งมัน มีสมบัติเป็นของแข็งเหมือนกัน แต่เมื่อนำไปละลายในน้ำสารบางอย่างสามารถละลายน้ำได้ แต่บางอย่างไม่สามารถละลายในน้ำได้ นอกจากนี้สารทั้งสามชนิดก็ยังมีลักษณะเนื้อสารต่างกันด้วย

การจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท คือ ความสามารถในการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่เป็นกลุ่มๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง ซึ่งเกณฑ์นั้นอาจจะกำหนดมาให้หรือใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเอง

การจัดกลุ่มสารตามลักษณะเนื้อสาร สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สารเนื้อเดียว หมายถึง สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวซึ่งอาจมีเนื้อสารเพียงอย่างเดียวหรือมากกว่าหนึ่งอย่างไปผสมกันอยู่อย่างกลมกลืนจนมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด สารเนื้อเดียวจะมีสมบัติเหมือนกันทุกส่วน ถ้านำส่วนใดส่วนหนึ่งของสารนี้ไปทดสอบจะแสดงสมบัติเหมือนกันทุกประการและสามารถพบได้ทั้ง 3 สถานะ คือ สถานะของแข็ง เช่น ถ่าน ลูกเหม็น เป็นต้น สถานะของเหลว เช่น น้ำเกลือ น้ำหวาน แอลกอฮอล์สำหรับเช็ดแผล เป็นต้น และสถานะแก๊ส เช่น อากาศ เป็นต้น
2. สารเนื้อผสม หมายถึง สารที่มีเนื้อสารมากกว่า 1 อย่างผสมกันอยู่โดยเนื้อสารไม่ผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถมองเห็นความแตกต่างขององค์ประกอบของสารเนื้อผสมได้ มีลักษณะหรือสมบัติทั้งก้อนของสารไม่เหมือนกัน เมื่อนำแต่ละส่วนของสารไปทดสอบจะแสดงสมบัติแตกต่างกัน พบสารเนื้อผสมได้ 2 สถานะ คือ สถานะของแข็ง เช่น พริกกับเกลือ ดิน เป็นต้น สถานะของเหลว เช่น น้ำโคลน น้ำคลอง เป็นต้น

การจัดกลุ่มสารตามขนาดของอนุภาค สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. สารละลาย เป็นสารเนื้อเดียวที่เกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันพบสารละลายได้ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง เช่น นาก ทองเหลือง เป็นต้น ของเหลว เช่นน้ำเชื่อม น้ำเกลือ น้ำอัดลม เป็นต้น และแก๊ส เช่น อากาศ เป็นต้น สารละลายในสถานะของเหลวจะมีลักษณะใสและไม่สามารถแยกสารที่ผสมกันอยู่ได้ด้วยวิธีกรองด้วยกระดาษกรองและเซลโลเฟนเพราะอนุภาคมีขาดเล็กกว่ารูของกระดาษกรองและเซลโลเฟนจึงผ่านออกมาได้โดยมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 1×10^{-7} เซนติเมตร
2. สารแขวนลอย เป็นสารเนื้อผสมที่มีลักษณะขุ่นมองเห็นอนุภาคของแข็งที่ผสมอยู่ได้อย่างชัดเจนเนื่องจากอนุภาคมีขนาดใหญ่ ประกอบด้วยอนุภาคของแข็งกระจายอยู่ในตัวกลางที่เป็นของเหลวโดยอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่า 1×10^{-4} เซนติเมตร เช่น น้ำโคลน น้ำแป้งดิบ เป็นต้น เมื่อนำสารแขวนลอยมากรองจะพบว่าอนุภาคของแข็งจะไม่สามารถผ่านกระดาษกรองและเซลโลเฟนได้ นอกจากนี้อนุภาคที่แขวนลอยเหล่านี้จะ

ไม่สามารถแขวนลอยอยู่ได้นานแต่จะตกตะกอนลงสู่ด้านล่างแยกตัวออกจากสารอีกชนิดหนึ่ง

3. <u>คอลลอยด์</u> เป็นสารที่มีลักษณะขุ่นมองเห็นอนุภาคที่แพร่กระจายอยู่ไม่ชัดเจน อนุภาคของของแข็งในคอลลอยด์มีขนาดเล็กกว่าสารแขวนลอยแต่มีขนาดใหญ่กว่าสารละลาย โดยอนุภาคมีขนาดอยู่ระหว่าง 1×10^{-7} - 1×10^{-4} เซนติเมตร อนุภาคคอลลอยด์อาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สกระจายอยู่ในตัวกลางที่เป็นสารอีกชนิดหนึ่ง เมื่อนำคอลลอยด์ในสถานะของเหลวมากรองอนุภาคสามารถผ่านกระดาษกรองได้แต่ไม่สามารถผ่านเซลโลเฟนได้ เช่น นมสด น้ำสบู่ เป็นต้น

<u>อิมัลชัน</u> คือ คอลลอยด์ชนิดหนึ่งที่เกิดจากของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ละลายซึ่งกันและกัน โดยอนุภาคของสารทั้ง 2 ชนิดนี้แทรกกันอยู่ได้เนื่องจากเติมสารบางชนิดลงไปซึ่งเราเรียกว่าอิมัลซิฟายเออร์

<u>อิมัลซิฟายเออร์</u> คือ สารที่ทำหน้าที่เชื่อมประสานให้สาร 2 ชนิดที่ไม่ละลายกันสารมารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ เช่น

น้ำสบู่หรือผงซักฟอก	เป็นอิมัลซิฟายเออร์ของน้ำและน้ำมัน
น้ำดี	เป็นอิมัลซิฟายเออร์ของไขมันและน้ำย่อย
เคซีน	เป็นอิมัลซิฟายเออร์ของไขมันและน้ำในน้ำนม
ไข่แดง	เป็นอิมัลซิฟายเออร์น้ำส้มสายชูและน้ำมันพืชในน้ำสลัด

วัสดุอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้

วัสดุอุปกรณ์

ตอนที่ 1

1. พริกเกลือ	1 ถ้วย
2. ส้มตำ	1 จาน
3. ถ่าน	2-3 ก้อน
4. ลูกเหม็น	2-3 เม็ด
5. แอลกอฮอล์สำหรับเช็ดแผล	50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. น้ำเกลือ	50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. น้ำหวาน	50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. อากาศบรรจุถุงพลาสติก	1 ถุง
9. ลอดช่องน้ำกะทิ	1 ถ้วย
10. น้ำแป้งดิบ	50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2

1. บีกเกอร์ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร	5 ใบ/กลุ่ม
2. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	5 ใบ/กลุ่ม
3. กระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร	5 แผ่น/กลุ่ม
4. กระดาษเซลโลเฟนขนาด 15 เซนติเมตร X 15 เซนติเมตร	5 แผ่น/กลุ่ม
5. กรวยกรอง	5 อัน/กลุ่ม
6. ยางสำหรับผูกถุงเซลโลเฟน	5 เส้น/กลุ่ม
7. แท่งแก้วคนสาร	5 อัน/กลุ่ม
8. น้ำแป้งสุก	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
9. น้ำแป้งดิบ	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
10. ด่างทับทิมในน้ำ	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
11. น้ำสี	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
12. น้ำนมสด	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม

สื่อการเรียนรู้

1. แผ่นสไลด์ที่ 1 เรื่อง ขนาดอนุภาคของสาร
2. แผ่นสไลด์ที่ 1 เรื่อง อิมัลชันและอิมัลซิฟายเออร์
3. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การจำแนกสาร

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำสู่บทเรียน (15 นาที)

1. ครูให้นักเรียนบอกชื่อสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวมาประมาณ 10 ชนิด และครูบันทึกชื่อสิ่งเหล่านั้นลงบนกระดาน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของสารต่างๆ ซึ่งครูใช้คำถามต่อไปนี้
    1. ให้นักเรียนบอกชื่อสารที่อยู่รอบตัวหรือสารที่นักเรียนรู้จักมาประมาณ 10 ชนิด (โต๊ะ เก้าอี้ น้ำ อากาศ ปากกา ไม้บรรทัดเหล็ก พัดลม หลอดไฟ ครู นักเรียน)
    2. นักเรียนสามารถจัดสิ่งต่างๆเหล่านี้ได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง (สิ่งต่างๆเหล่านี้สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1. ของแข็ง ได้แก่ โต๊ะ เก้าอี้ ปากกา ไม้บรรทัดเหล็ก พัดลม หลอดไฟ ครู นักเรียน 2. ของเหลว ได้แก่ น้ำ และ 3. แก๊ส ได้แก่ อากาศ / สิ่งต่างๆเหล่านี้สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1. สิ่งมีชีวิต

ได้แก่ ครู นักเรียน และ 2. สิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ โต๊ะ เก้าอี้ น้ำ อากาศ ปากกา ไม้บรรทัดเหล็ก พัดลม หลอดไฟ)

3. นักเรียนคิดว่าเพื่อนคนใดสามารถจัดกลุ่มของสิ่งของได้ถูกต้อง เพราะเหตุใด (จัดกลุ่มได้ถูกต้องทั้ง 2 คน เพราะแต่ละคนมีเกณฑ์ในการจัดกลุ่มต่างกัน)

2. ครูชี้แจงกิจกรรมการเรียนการสอนว่าจะศึกษาเรื่องประเภทของสาร

ขั้นกิจกรรม (100 นาที)

1. ขั้นการสอนคิดนอกกรอบ

1. การหลีกเลี่ยงความคิดเดิม โดยใช้เทคนิคการเลื่อนการตัดสินใจ

1.1) ครูจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นแจกใบกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การจำแนกสารให้นักเรียนศึกษาคำอธิบายในการปฏิบัติกิจกรรมตอนที่ 1 เรื่องพวกเดียวกัน

1.2) ครูนำนักเรียนอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

- สารตัวอย่างที่นำมาทดลองห้ามนักเรียนรับประทานโดยเด็ดขาด เพราะภาชนะบรรจุอาหารอาจสกปรกและทำให้เป็นอันตรายแก่นักเรียนได้
- ควรระวังอย่าทำให้สารหกเลอะเทอะ
- หากองค์ประกอบของสารตัวอย่างมีมากกว่า 1 สถานะ ปนกันอยู่ให้นักเรียนบันทึกให้ครบทุกสถานะ

1.3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับสารตัวอย่างที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งครูกำหนดให้นักเรียนแต่ละคนสังเกตลักษณะต่างๆของสาร และบันทึกในใบกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนจัดสารออกเป็นกลุ่มตามเกณฑ์ของความคิดของตนเอง โดยใช้เวลา 10 นาที

1.4) นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มร่วมกันเสนอการจัดกลุ่มสารพร้อมทั้งเกณฑ์ที่ใช้และบันทึกการจัดกลุ่มสารที่เพื่อนได้นำเสนอ โดยไม่มีการตัดสินว่ากลุ่มสารที่จำแนกนั้นถูกหรือผิด

2. การกระตุ้นเกิดความคิดใหม่ โดยใช้เทคนิคการสร้างทางเลือก

2.1) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดจำนวนของการจัดกลุ่มสารที่คาดว่าจะสามารถจำแนกได้แตกต่างกัน โดยแต่ละกลุ่มจะต้องพยายามจัดสารออกเป็นกลุ่มให้มากที่สุดตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นไม่ซ้ำกันและไม่น้อยไปกว่าจำนวนที่ได้ร่วมตกลงกันไว้

2.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองการจำแนกสารลงในใบกิจกรรมการทดลอง จากนั้นนำเสนอตารางผลการทดลองของกลุ่มตนเองบนกระดานดำ

2. ขั้นการสอนคิดในกรอบ

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาประเภทของกลุ่มสารที่แต่ละกลุ่มนำเสนอ และตั้งประเด็นคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าการจำแนกสารหมายถึงอะไร
   (ความสามารถในการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่เป็นกลุ่มๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง ซึ่งเกณฑ์นั้นอาจจะกำหนดมาให้หรือใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเอง)
2. สิ่งสำคัญที่สุดที่นักเรียนต้องทำเป็นอย่างแรกก่อนที่จะจำแนกประเภทของสารคืออะไร
   (ต้องกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของสารก่อน)
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถจำแนกสารตัวอย่างได้เป็นกี่กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยอะไรบ้าง
4. ถ้านักเรียนจำแนกสารออกเป็น 3 กลุ่ม จะใช้เกณฑ์ใดได้บ้างในการจำแนก และได้แก่สารใดบ้าง
5. ถ้านักเรียนจำแนกสารออกเป็น 2 กลุ่ม จะใช้เกณฑ์ใดได้บ้างในการจำแนก และได้แก่สารใดบ้าง
6. นักเรียนคิดว่าการจำแนกสารเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรใช้เกณฑ์ใดบ้าง เพราะเหตุใด
7. สารใดบ้างที่มีลักษณะเนื้อสารกลมกลืนกัน และสารใดบ้างที่มีลักษณะเนื้อสารไม่กลมกลืนกัน
   (สารที่มีลักษณะเนื้อสารกลมกลืนกัน ได้แก่ ถ่าน ลูกเหม็น น้ำเกลือ น้ำหวาน แอลกอฮอล์สำหรับเช็ดแผล และอากาศส่วนสารที่มีลักษณะเนื้อสารไม่กลมกลืนกัน ได้แก่ พริกกับเกลือ ส้มตำ ลอดช่องน้ำกะทิ และน้ำแป้งดิบ)
8. สารที่มีลักษณะเนื้อสารกลมกลืนกันมีสถานะใดบ้าง
   (มีทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส)
9. นักเรียนคิดว่าสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมหมายถึงอะไร
   (สารเนื้อเดียว หมายถึง สารที่มีลักษณะเนื้อสารกลมกลืนกัน ส่วนสารเนื้อผสม หมายถึง ส่วนสารที่ลักษณะเนื้อสารไม่กลมกลืนกัน เมื่อสังเกตสามารถบอกได้ว่ามีสารองค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิด
10. จากการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับลักษณะของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้อย่างไร

(ถ้าจำแนกสารโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์สามารถจำแนกสารได้เป็น 2 ประเภท คือ สารเนื้อเดียว หมายถึง สารที่ลักษณะเนื้อสารกลมกลืนกัน และสารเนื้อผสม หมายถึง สารที่ลักษณะเนื้อสารไม่กลมกลืนกัน)

2. ครู ให้นักเรียนศึกษาวิธีการปฏิบัติกิจกรรมตอนที่ 2 การจำแนกสารตามขนาดอนุภาคสารให้เข้าใจ โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการทดลอง โดยครูแนะนำเกี่ยวกับการทดลองดังนี้

1.1 ต้องสังเกตน้ำในบีกเกอร์ทั้งก่อนและหลังแช่ถุงเซลโลเฟน

1.2 ต้องคนน้ำแป้งดิบให้แป้งกระจายอยู่ในน้ำทุกครั้ง ก่อนที่จะนำไปทดลอง เนื่องจากน้ำแป้งดิบตกตะกอนง่าย

1.3 ก่อนแช่ถุงเซลโลเฟนในน้ำ ควรล้างด้านนอกถุงให้สะอาดก่อน

ครูถามคำถามก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

1. ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร
   (น้ำแป้งสุก น้ำแป้งดิบ น้ำสี และด่างทบทิมในน้ำ มีขนาดอนุภาคแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร)
2. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบขนาดอนุภาคของสารด้วยวิธีใด
   (นำไปกรองผ่านกระดาษกรอง และกระดาษเซลโลเฟน)
3. ขนาดรูของกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟนแตกต่างกันอย่างไร
   (ขนาดรูของกระดาษกรองใหญ่กว่าขนาดรูของกระดาษเซลโลเฟน)
4. นักเรียนคิดว่าเมื่อนำสารแต่ละชนิดมากรองผ่านกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟนจะได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
   (เหมือนกัน โดยสารแต่ละชนิดสามารถผ่านกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟนได้ / ต่างกัน โดยน้ำแป้งดิบไม่สามารถผ่านทั้งกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟนได้ น้ำแป้งสุกและน้ำนมสดผ่านได้เฉพาะกระดาษกรองแต่ไม่ผ่านถุงเซลโลเฟน ส่วนน้ำสีและด่างทับทิมในน้ำสามารถกรองผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟน)

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในชุดกิจกรรม

4. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง แล้วบันทึกผลการทดลองลงในชุดกิจกรรม
5. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยใช้เวลากลุ่มละ 10 นาที
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลองในตอนที่ 2 การจำแนกสารตามขนาดอนุภาคของสาร โดยครูถามคำถามต่อไปนี้

1. สารชนิดใดบ้างที่ผ่านรูของกระดาษกรองได้

(สารที่ผ่านรูกระดาษกรองได้ คือ น้ำแป้งสุก น้ำสี น้ำนมสด และด่างทับทิมในน้ำ)

2. สารชนิดใดบ้างที่ผ่านรูของถุงเซลโลเฟนได้
(สารที่ผ่านรูของถุงเซลโลเฟนได้ คือ น้ำสีและด่างทับทิมในน้ำ)
3. เพราะเหตุใดสารบางชนิดจึงผ่านกระดาษกรองได้แต่ไม่ผ่านรูของถุงเซลโลเฟน
(เพราะสารมีอนุภาคขนาดใหญ่กว่ารูของถุงเซลโลเฟนแต่เล็กกว่ารูของกระดาษกรอง)
4. จากการทดลองนักเรียนจะจำแนกประเภทของสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ได้กี่ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง
(3 ประเภท คือ 1. สารที่สามารถกรองผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟน ได้แก่ น้ำสี และด่างทับทิมในน้ำ
2. สารที่กรองผ่านได้เฉพาะรูของกระดาษกรอง แต่ไม่ผ่านรูของถุงเซลโลเฟน ได้แก่ น้ำแป้งสุกและน้ำนมสด
3. สารที่ไม่สามารถกรองผ่านทั้งกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟน ได้แก่ น้ำแป้งดิบ)

7. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับขนาดอนุภาคของสารละลาย สารแขวนลอย และคอลลอยด์ โดยใช้แผ่นสไลด์ดังนี้
   - อนุภาคของสารที่สามารถผ่านกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟนได้จะมีขนาดอนุภาคน้อยกว่า 1×10^{-7} เซนติเมตร เรียกสารดังกล่าวว่า สารละลาย
   - อนุภาคของสารที่ไม่สามารถผ่านทั้งกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟนได้จะมีขนาดอนุภาคมากกว่า 1×10^{-4} เซนติเมตร เมื่อวางทิ้งไว้อนุภาคของแข็งจะตกตะกอนลงสู่ก้นภาชนะ เรียกสารดังกล่าวว่า สารละลาย
   - สารที่ผ่านกระดาษกรองได้แต่ไม่ผ่านถุงเซลโลเฟน จะมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 1×10^{-7} - 1×10^{-4} เซนติเมตร เรียกสารดังกล่าวว่า คอลลอยด์

จากนั้นครูถามคำถามนักเรียนดังนี้

1. นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร
   - สารที่ไม่ผ่านทั้งกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟน ได้แก่ น้ำแป้งดิบ แสดงว่าขนาดอนุภาคของ น้ำแป้งดิบใหญ่กว่ารูของกระดาษทั้ง 2 ชนิด เรียกสารดังกล่าวว่า สารแขวนลอย
   - สารที่ผ่านกระดาษกรองได้แต่ไม่ผ่านถุงเซลโลเฟน ได้แก่ น้ำแป้งสุกและน้ำนมสด แสดงว่า อนุภาคของของเหลวทั้ง 2 ชนิด มีขนาดเล็กกว่ารูของกระดาษกรองแต่ใหญ่กว่ารูของถุงเซล โลเฟนเรียกสารดังกล่าวว่า คอลลอยด์

- สารที่ผ่านทั้งกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟน ได้แก่ น้ำสีและด่างทับทิมในน้ำ แสดงว่าอนุภาค ของของเหลวทั้ง 2 ชนิด มีขนาดเล็กกว่ารูของกระดาษทั้ง 2 ชนิด เรียกสารดังกล่าวว่า สารละลาย)

2. จงเรียงลำดับขนาดอนุภาคของสารจากใหญ่ไปเล็ก
(สารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลายตามลำดับ)
3. จงยกตัวอย่างสารที่จัดเป็นสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย มาอย่างละ 3 ชนิด
(ตัวอย่างสารละลาย เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำอัด
ตัวอย่างคอลลอยด์ เช่น น้ำสบู่ น้ำสลัด น้ำกะทิ
ตัวอย่างสารแขวนลอย เช่น น้ำคลอง น้ำโคลน น้ำแป้ง)

8. ครูอธิบายคอลลอยด์ประเภทอิมัลชันและอิมัลซิฟายเออร์ โดยใช้แผ่นสไลด์ดังนี้
- อิมัลชัน คือ คอลลอยด์ชนิดหนึ่งที่เกิดจากของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ละลายซึ่งกันและกัน โดยอนุภาคของสารทั้ง 2 ชนิดนี้แทรกกันอยู่ได้เนื่องจากเติมสารบางชนิดลงไป ซึ่งเราเรียกว่า อิมัลซิฟายเออร์
- ยกตัวอย่าง ในการล้างจานที่เปื้อนไขมัน น้ำกับน้ำมันจะไม่รวมตัวกัน จึงต้องใช้น้ำยาล้างจานช่วยเป็นตัวประสานทำให้น้ำกับน้ำมันรวมกันได้คอลลอยด์ชนิดหนึ่ง เรียกว่าอิมัลชัน ส่วนน้ำยาล้างจานเป็นอิมัลซิฟายเออร์ของน้ำกับน้ำมัน
- ในร่างกายของเรามีน้ำดีเป็นอิมัลซิฟายเออร์ระหว่างไขมันและน้ำย่อย
- น้ำสลัดมีไข่แดงเป็นอิมัลซิฟายเออร์ระหว่างน้ำส้มสายชูและน้ำมันพืช
- น้ำนมมีเคซีนเป็นอิมัลซิฟายเออร์ระหว่างไขมันและน้ำ

จากนั้นครูสุ่มนักเรียนให้อธิบายความหมายและประโยชน์ของอิมัลซิฟายเออร์ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

(อิมัลซิฟายเออร์ หมายถึง สารที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้สาร 2 ชนิด ที่ไม่ละลายกันสามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ เช่น น้ำสบู่หรือผงซักฟอก เป็นอิมัลซิฟายเออร์ของน้ำและน้ำมัน หรือไข่แดง เป็นอิมัลซิฟายเออร์น้ำส้มสายชูและน้ำมันพืชในน้ำสลัด เป็นต้น)

ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ (35 นาที)

ครูให้นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการเรียนรู้ลงในใบกิจกรรมตอนที่ 3 โดยครูถามว่า “นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้าง จากการทำกิจกรรมในวันนี้” แล้วให้นักเรียนนำบันทึกผลการเรียนรู้มาส่ง

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ สามารถสังเกตและตรวจสอบได้จาก

1. สังเกตการมีส่วนร่วมตอบคำถามในชั้นเรียน
2. การบันทึกผลการทดลองในกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การจำแนกสาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง ประเภทของสาร

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 พวกเดียวกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

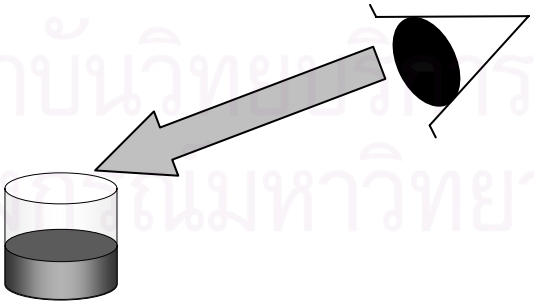
1. _____
2. _____
3. _____

อุปกรณ์การทดลอง

1. พริกเกลือ
2. ส้มตำ
3. ถ่าน
4. ลูกเหม็น
5. แอลกอฮอล์สำหรับเช็ดแผล
6. น้ำเกลือ
7. น้ำหวาน
8. อากาศบรรจุถุงพลาสติก
9. ลอดช่องน้ำกะทิ
10. น้ำแป้งดิบ

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนสังเกตลักษณะต่างๆของสารที่กำหนดให้ และออกแบบตารางบันทึกผลพร้อมทั้งบันทึกผลลงใน ตาราง



สังเกตลักษณะเนื้อสารที่กำหนดให้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลอง

ตาราง แสดงลักษณะต่าง ๆ ของสาร

คำถามหลังดำเนินกิจกรรม

1. จากตารางนักเรียนสามารถจำแนกประเภทของสารเป็นกี่ประเภท และใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนก

_____
_____
_____

2. สารใดบ้างที่มีลักษณะเนื้อสารกลมกลืนกัน และสารใดบ้างที่มีลักษณะเนื้อสารไม่กลมกลืนกัน

_____
_____

3. สารที่มีลักษณะเนื้อสารกลมกลืนกันมีสถานะใดบ้าง

_____
_____
_____

4. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

_____
_____
_____

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 การจำแนกสารตามขนาดอนุภาคสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. เปรียบเทียบขนนาดอนุภาคของสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอยได้
2. จำแนกประเภทของสารโดยใช้ขนาดอนุภาคของสารเป็นเกณฑ์ได้
3. ยกตัวอย่างคอลลอยด์ในชีวิตประจำวันได้

อุปกรณ์การทดลอง

รายการ	จำนวน
1. บีกเกอร์ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร	5 ใบ/กลุ่ม
2. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	5 ใบ/กลุ่ม
3. กระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร	5 แผ่น/กลุ่ม
4. กระดาษเซลโลเฟนขนาด 15 เซนติเมตร X 15 เซนติเมตร	5 แผ่น/กลุ่ม
5. กรวยกรอง	5 อัน/กลุ่ม
6. ยางสำหรับผูกถุงเซลโลเฟน	5 เส้น/กลุ่ม
7. แท่งแก้วคนสาร	5 อัน/กลุ่ม
8. น้ำแป้งสุก	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
9. น้ำแป้งดิบ	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
10. ด่างทับทิมในน้ำ	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
11. น้ำสี	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
12. น้ำนมสด	40 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม
13. น้ำกลั่น	600ลูกบาศก์เซนติเมตร/กลุ่ม

วิธีการทดลอง

1. ตวงน้ำแป้งสุกใส่ลงไปในบีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ โดยมีปริมาตรใบละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. นำน้ำแป้งสุกในบีกเกอร์ใบที่ 1 ไปกรองผ่านกระดาษกรอง สังเกตบนกระดาษกรองและลักษณะของเหลวที่กรองได้ แล้วบันทึกผลลงในตาราง

3. นำน้ำแป้งสุกในบีกเกอร์ใบที่ 2 ไปบรรจุในถุงเซลโลเฟน ผูกให้แน่น นำไปแช่ในบีกเกอร์ ซึ่งบรรจุน้ำกลั่น 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นเวลา 10 นาที แล้วสังเกตลักษณะของเหลวในบีกเกอร์ บันทึกผลลงในตาราง

4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนจาก
น้ำแป้งสุกเป็นน้ำแป้งดิบ น้ำสี และด่างทบทิมในน้ำ ตามลำดับ

คำถามก่อนดำเนินกิจกรรม

1. ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร

   _____

   _____

2. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบขนาดอนุภาคของสารด้วยวิธีใด

   _____

3. ขนาดรูของกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟนแตกต่างกันอย่างไร

   _____

4. นักเรียนคิดว่าเมื่อนำสารแต่ละชนิดมากรองผ่านกระดาษกรองและถุงเซลโลเฟน จะได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

   _____

   _____

   _____

   _____

ผลการทดลอง

ตาราง แสดงลักษณะของสารชนิดต่างๆ ก่อนการทดลอง เมื่อกรองด้วยกระดาษกรองและของเหลวใน บีกเกอร์ที่แช่ถุงเซลโลเฟนซึ่งบรรจุสารต่างๆไว้

ชนิดของสาร	ลักษณะของสารที่สังเกตได้		
	ก่อนการทดลอง	การกรองด้วยกระดาษกรอง	การแช่ถุงเซลโลเฟนบรรจุสารลงในน้ำ
น้ำแป้งสุก			
น้ำแป้งดิบ			
น้ำสี			
น้ำนมสด			
ด่างทับทิมในน้ำ			

คำถามหลังดำเนินกิจกรรม

1. สารชนิดใดบ้างที่ผ่านรูของกระดาษกรองได้

   _____

2. สารชนิดใดบ้างที่ผ่านรูของถุงเซลโลเฟนได้

   _____

3. เพราะเหตุใดสารบางชนิดจึงผ่านกระดาษกรองได้แต่ไม่ผ่านรูของถุงเซลโลเฟน

   _____

   _____

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. จากการทดลองนักเรียนจะจำแนกประเภทของสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ได้กี่ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง

_____
_____
_____
_____

5. นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร

_____
_____
_____
_____

6. จงเรียงลำดับขนาดอนุภาคของสารจากใหญ่ไปเล็ก

_____

7. จงยกตัวอย่างสารที่จัดเป็นสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย มาอย่างละ 3 ชนิด

_____
_____
_____

<u>อิมัลชัน</u> คือ คอลลอยด์ชนิดหนึ่งที่เกิดจากของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ละลายซึ่งกันและกัน โดยอนุภาคของสารทั้ง 2 ชนิดนี้แทรกกันอยู่ได้เนื่องจากเติมสารบางชนิดลงไปซึ่งเราเรียกว่า อิมัลซิฟายเออร์

<u>อิมัลซิฟายเออร์</u> คือ สารที่ทำหน้าที่เชื่อมประสานให้สาร 2 ชนิดที่ไม่ละลายกันสารมารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ เช่น

น้ำสบู่หรือผงซักฟอก	เป็นอิมัลซิฟายเออร์ของน้ำและน้ำมัน
น้ำดี	เป็นอิมัลซิฟายเออร์ของไขมันและน้ำย่อย
เคซีน	เป็นอิมัลซิฟายเออร์ของไขมันและน้ำในน้ำนม
ไข่แดง	เป็นอิมัลซิฟายเออร์น้ำส้มสายชูและน้ำมันพืชในน้ำสลัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวคณารักษ์ โชติจันทึก เกิดวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต(เคมี) ภาควิชาการศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย