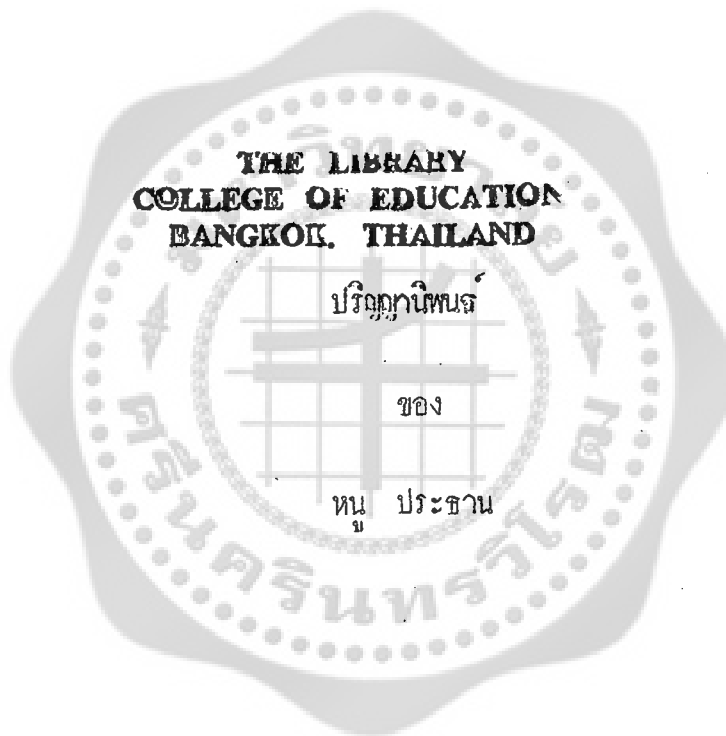


การศึกษาดูการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Passive Inquiry)
ที่มคอการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์
และแบบการรับรู้ (Cognitive Styles) ๕



เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม ๒๕๖๖

การศึกษาลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Passive Inquiry)
ที่มีต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน หัตถ์คิดทางวิทยาศาสตร์
และแบบการรับรู้ (Cognitive Styles)



เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม ๒๕๖๖

จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ (๑) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดแบบ
 สืบสวนสอบสวน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ (Cognitive Styles) (๒)
 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และ
 แบบการรับรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry)
 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และ
 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม (Traditional Teaching) ในวิชาวิทยาศาสตร์ (๓) เพื่อ
 ศึกษาทัศนคติและความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน
 ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗
 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑๐๐ คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ๑ ที่ได้รับการสอน
 แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ๓๖ คน เป็นชาย ๒๐ คน หญิง ๑๖ คน กลุ่มทดลอง ๒
 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม ๓๔ คน เป็นชาย ๒๑ คน หญิง
 ๑๓ คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม ๓๐ คน เป็นชาย ๑๗ คน หญิง ๑๓ คน
 แบบทดสอบที่ใช้มี แบบทดสอบวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ๒ ฉบับ คือ ชนิดรูปภาพ
 และชนิดข้อความ แบบสอบถามวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดแบบการรับรู้
 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มี การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ควาซีของ Pearson -
 Product Moment หาค่าความแตกต่างควาซี t - dependent และการวิเคราะห์ความ
 แปรปรวนรวม (Analysis of Covariance)

ผลการศึกษาพบว่า

๑. การคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ และ
 แบบจำแนกประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .๐๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ และมีแนวโน้ม
 ที่จะมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
๒. การคิดแบบสืบสวนสอบสวน มีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทาง
 วิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๓. ทักษะทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์
อย่างไร้มนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท
และแบบโยงความสัมพันธ์ อย่างไร้มนัยสำคัญทางสถิติ

๔. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก และชนิดที่นักเรียน
เป็นผู้อำนวยความสะดวก มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนพัฒนาสูงขึ้นมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และยังไม่อาจกล่าวได้ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวน
สอบสวนทั้ง ๒ แบบ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนแตกต่างกัน หลังจากได้รับการสอนแล้ว

๕. หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน
เป็นผู้อำนวยความสะดวกมีทักษะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ นักเรียนที่ได้รับการ
สอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .๐๑ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ

๖. หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้อำนวยความสะดวก มีการรับรู้
แบบวิเคราะห์พัฒนาสูงขึ้นมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้อำนวย
ความสะดวก และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และนักเรียนที่ได้รับการ
สอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกมีการรับรู้แบบวิเคราะห์พัฒนาสูงขึ้นกว่านักเรียนที่
ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

๗. หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน
เป็นผู้อำนวยความสะดวกมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทพัฒนาสูงขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวน
สอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และนักเรียนที่ได้รับการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทพัฒนาสูงขึ้น ไม่แตกต่างจาก
นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ

๘. หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู
เป็นผู้อำนวยความสะดวกมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นักเรียน

ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ พัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

๕. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ส่วนใหญ่มีความรู้สึก ว่าในขณะที่ครูสอนไม่ค่อยให้ถามนักเรียนตามคำถามชั้น O E P C ควรบอกเนื้อหาให้นักเรียน คิดว่า เพราะนักเรียนมีความวิตกกังวลกลัวจะไม่ได้เนื้อหาเท่าที่ควร ซึ่งเป็นทัศนคติของนักเรียน ที่จะต้องคิดหาทางแก้กันต่อไป นอกจากนี้นักเรียนยังแสดงความคิดเห็นว่า การดำเนินการสอน ของครูเร็วเกินไป ควรจะสอนให้ช้าลงและครูเคร่งขรึมมากไปในขณะที่ทำการสอน.



A STUDY OF THE EFFECTS OF THE PASSIVE INVESTIGATION METHOD
OF INQUIRY ON INQUIRY ABILITY, SCIENTIFIC ATTITUDE
AND COGNITIVE STYLES



Presented in Partial Fulfilment of the Requirments for the
Master of Education Degree
at the Collège of Education

March, 1973

A Study of the Effects of the Passive Investigation Method
of Inquiry on Inquiry Ability, Scientific Attitude
and Cognitive Styles

The purposes of this study were :

1. to find the relationships among inquiry ability, scientific attitude, and cognitive styles,
2. to compare among the group of student taught by passive investigation method of inquiry, active investigation method of inquiry and traditional expository teaching in science
3. to study the students' attitude toward their learning of science in the class of passive investigation method of inquiry.

One hundred seventh graders in Sai - nam - thip elementary school Bangkok were divided into 2 experimental groups and 1 control group. Thirty - six students in the experimental group attended to the class of passive investigation method of inquiry, while another experimental group of thirty - four students of active investigation method of inquiry. The control group with 30 students attended to the traditional expository class.

The inquiry test with 2 subsets (i.e. figure and statement), the scientific attitude scale and the cognitive style test were used in this study.

The analysis of data with the techniques of pearson product - moment correlation, t - test and analysis of covariance, revealed the following results :

1. Very significant positive relationship were found between the inquiry ability and analytical style (at the level of .001) and between the inquiry ability and the categorical style (at the level of .05). The inquiry ability and the relational style were not related.

2. The inquiry ability and the scientific attitude tended to be positively related but not statistically significant.

3. The scientific attitude tended to be positively related with the analytical style and tended to be negatively related to categorical style and relational style.

4. The increment of the inquiry ability of the students in both classes of passive and active investigation method of inquiry were significantly higher than that of the students in the traditional expository class at the level of .01. The difference of the inquiry ability between active and passive class was not found.

5. The scientific attitude in the passive class was negatively changed and found to be highly at the level of .01. The change of those in the traditional expository class was not statistically significant. But the change in the active class was positively significant at the level of .05

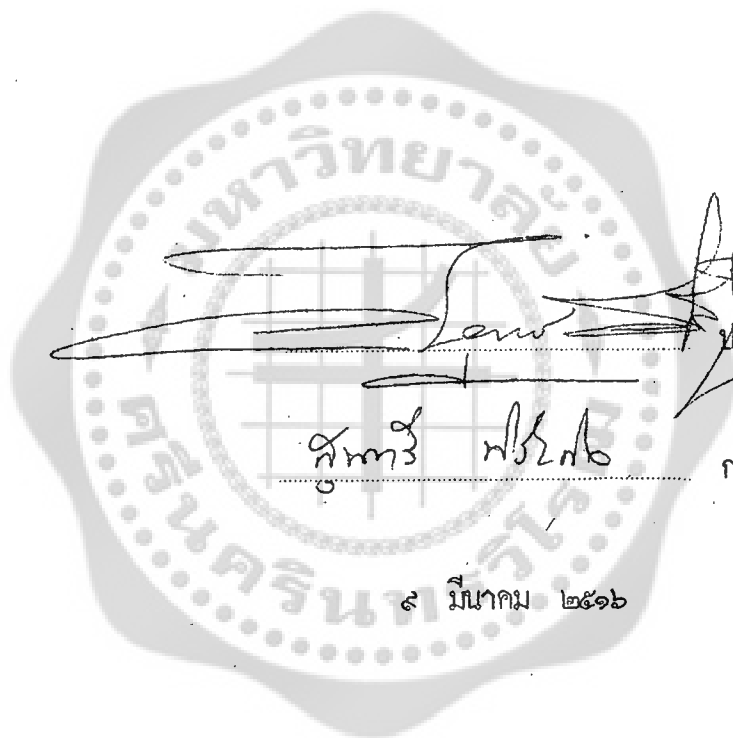
6. The increment of the analytical style of the students in the active class was significantly higher than that of the students in the passive class at the level of .01, moreover the students' analytical style in the passive class was also significantly higher than that of the students in the traditional expository class.

7. The increment of the categorical style in active class was significantly higher than that in the passive class at the level of .01. No significant difference was found between the passive class and the traditional expository class.

8. The relational style of the student in the passive class was very significantly decreased at the level of .01, while that of the students in the active group was not significantly increased. In the traditional expository class the relational style was significantly increased at the level of .001

9. A number of students in passive class would have their teacher tell them the subject matter rather than ask them according the O E P C procedure, because they were anxious from the fear that they might not have learned enough content. That was (and will be) one of their problems in scientific attitude which should be solved. They also suggested their teacher not to be too solemn or to go too fast in teaching.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปฏิญานพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้.




ประธาน
กรรมการ

๙ มีนาคม ๒๕๑๖

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะผู้เขียนได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก
อาจารย์ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ และ รองศาสตราจารย์ สุนทรี พิริยะกิจ ผู้เขียนรู้สึก
ซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ใหญ่ และคณะครู โรงเรียนสายน้ำทิพย์ กรมสามัญศึกษา ที่ได้
ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดเวลาที่ทำการศึกษารื่องนี้

ขอขอบคุณ คุณเชิดศักดิ์ ไชวสินธุ ที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการวิเคราะห์
ข้อมูลและช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณอำพล โองเคลือบ คุณมงคล เอี่ยมสำอางค์ คุณศรีศิลป์ เทศธรรม
และเพื่อน ๆ ทุกท่านที่ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณในความร่วมมืออย่างดียิ่ง จากเพื่อนทุกท่านที่ร่วมอยู่ในโครงการพัฒนาการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนทำให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย.

หนู ประธาน

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก

The Scientific Inquiry Development Project

ภายใต้การนำของ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ ซึ่งได้รับทุน

จาก Asia Foundation

สารบัญ

บทนำ

หน้า

๑	บทนำ	๑
	ภูมิหลัง	๑
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	๖
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	๗
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	๗
	คำนิยามปฏิบัติการและศัพท์เฉพาะ	๘
	ทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๑๒
	สมมติฐานในการศึกษาทดลอง	๓๘
๒	วิธีดำเนินการ	๔๒
	กลุ่มตัวอย่าง	๔๒
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	๔๓
	การดำเนินการทดลอง	๕๓
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๗๐
๓	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๗๔
	สถิติลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๗๔
	การวิเคราะห์ข้อมูล	๗๕
	๑. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนสอน	
	และหลังสอน	๗๖
	๑. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการคิดแบบสืบสวน	
	ทดสอบ คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และคะแนน	
	แบบการรับรู้	๘๐

๓. ศึกษาพัฒนาการของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่ม
ทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อ
เปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนทำการสอน
และหลังทำการสอน ๘๓

๔. เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู
เป็นผู้ถาม ผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่
นักเรียนเป็นผู้ถาม และผลการสอนแบบเจิมพื้ต่อ
การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
และแบบการรับรู้ควยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม
(Analysis of Covariance) ๘๖

๕. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความสนใจต่อการเรียน
การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ๑๒๐

๔ สรุป อภิปราย และเสนอแนะ ๑๒๔

ความมุ่งหมายในการวิจัย ๑๒๔

กลุ่มตัวอย่าง ๑๒๔

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ๑๒๕

การดำเนินการทดลอง ๑๒๕

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ๑๒๖

อภิปรายผล ๑๓๒

ข้อคิดเห็นที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ ๑๖๖

ข้อเสนอเพื่อการวิจัยต่อไป ๑๖๐

บรรณานุกรม ๑๖๓

ภาคผนวก ๑๗๑

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

๑	เปรียบเทียบความแตกต่างของการสอนแบบ Active Inquiry และแบบ Combined Inquiry	๑๑
๒	แสดงรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอน	๑๒
๓	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวน	๑๖
๔	ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการรับรู้	๕๐
๕	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ทดสอบก่อนและหลังการสอน ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๗๗
๖	ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แบบการรับรู้ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๘๐
๗	พัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพ ของแบบทดสอบชนิดรูปภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุมเมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน	๘๘
๘	พัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนจำนวนของ แบบทดสอบชนิดรูปภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน	๘๖

๕	พัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพ ของแบบทดสอบชนิดข้อความของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน	๔๗
๑๐	พัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อศึกษาคะแนนจำนวนข้อ ของแบบทดสอบชนิดข้อความของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน	๔๘
๑๑	พัฒนาการทางด้านการคิดทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน	๕๐
๑๒	แสดงพัฒนาการทางด้านการรับรู้แบบวิเคราะห์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่ม ทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน	๕๒
๑๓	พัฒนาการทางด้านการรับรู้แบบจำแนกประเภทของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน	๕๔
๑๔	พัฒนาการทางด้านการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน	๕๕
๑๕	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดรูปภาพเมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๕๗
๑๖	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว ของคะแนนการคิดแบบสืบสวน สอบสวนชนิดรูปภาพ เมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่ม ทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๕๘

๑๗	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดรูปภาพเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๐๐
๑๘	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว ของคะแนนการคิดแบบสืบสวน สอบสวนชนิดรูปภาพเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๐๑
๑๙	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดข้อความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๐๓
๒๐	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการคิดแบบสืบสวน สอบสวนชนิดข้อความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๐๔
๒๑	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดข้อความเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๐๖
๒๒	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว ของคะแนนการคิดแบบสืบสวน สอบสวนชนิดข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๐๗
๒๓	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๐๘

๒๔	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๑๐
๒๕	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๑๒
๒๖	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๑๓
๒๗	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบจำแนก ประเภทของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๑๕
๒๘	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการรับรู้แบบจำแนก ประเภทของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๑๖
๒๙	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบโยงความ สัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๑๘
๓๐	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม	๑๑๙
๓๑	ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึก ของนักเรียนเกี่ยวกับด้านการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้นำ	๑๒๑
๓๒	ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึก ของนักเรียนเกี่ยวกับตัวครู	๑๒๒

- ๓๓ ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เสนอแนะเกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ ที่
นักเรียนอยากเสนอแนะให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ๑๒๒

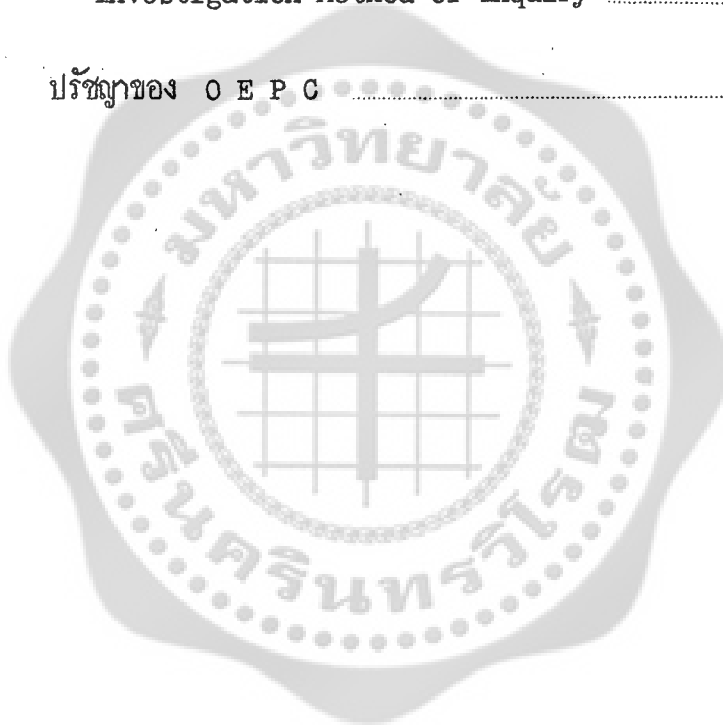


บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

๑	ขบวนการแบบสืบสวนสอบสวน	๑๘
๒	โครงการสอนแบบ Interactive Model of the Investigation Method of Inquiry	๑๖๒
๓	ปรัชญาของ O E P C	๑๖๔



บทนำ

ปัญหาการศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันมีหลายด้านด้วยกัน แต่ที่สำคัญที่สุดคือ เรื่อง การเรียนการสอน ซึ่งมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของอยู่หลายประการด้วยกัน เช่น 1. ตัวครูซึ่งเป็นผู้ใช้ เทคนิควิธีสอนต่าง ๆ สอนนักเรียนเพื่อให้บรรลุผลตามจุดหมายที่ตั้งไว้ในหลักสูตร และตัว นักเรียนผู้ซึ่งรับการสอนจากครู กล่าวคือ ครูที่ทำการสอนในสถาบันการศึกษาทุกระดับส่วนมาก โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา สอนนักเรียนด้วยวิธีบรรยายให้นักเรียนฟัง ไม่สอนให้นักเรียน รู้จักคิด ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าในสถาบันฝึกหัดครูทุกระดับไม่ค่อยสอนให้รู้จักคิด ไม่มีเทคนิค หรือวิธีการสอนที่นักศึกษาวิชาครูพอจะยึดเป็นหลักที่จะนำไปใช้สอนให้ต่างไปจากวิธีการบรรยาย คล้าย ๆ กับที่ตนเองเคยได้รับการสอนมาตั้งแต่เด็กจนถึงระดับฝึกหัดครู นักศึกษาฝึกหัดครูจึงขาด การฝึกฝนทักษะที่สำคัญบางประการที่จำเป็นสำหรับครูทุกคน เช่น ขาดเทคนิคการกระตุ้นให้นักเรียน รู้จักถาม ขาดการฝึกการตั้งคำถามให้นักเรียนรู้จักคิด เป็นต้น ผลก็คือนักเรียนที่จบการศึกษา ทุกระดับ ตลอดจนผู้จบการศึกษาชั้นอุดมศึกษาแล้ว ก็ไม่รู้จักคิด เพราะเนื่องจากตอนเรียนได้รับการ สอนแบบบรรยาย ครูสอนเนื้อหาให้ นักเรียนมีหน้าที่ที่จะต้องจำเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ให้ได้ จะได้สอบไล่ได้ จึงไม่ได้รับการกระตุ้นให้รู้จักตั้งคำถามเพื่อขยายสิ่งกับต่าง ๆ ของแต่ละวิชา ให้กว้างขวาง ไม่ได้รับการฝึกให้เกิดนิสัยใช้วิธีการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่รู้จักโต้แย้ง หรือพิจารณาเรื่องต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล เมื่อนักเรียนเหล่านี้จบการศึกษาและปฏิบัติหน้าที่เป็น พลเมืองดีของประเทศ จึงหย่อนความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยตัวเองไปเป็นผลให้เกิดอุปสรรค ต่อการพัฒนาสังคมแบบเดิมไปสู่สังคมแบบประชาธิปไตยเป็นอย่างยิ่ง

ปัญหาเรื่องนักเรียนตลอดจนนักศึกษาทุกระดับไม่รู้จักคิด ซึ่งมีผลทำให้พลเมืองของชาติ ไม่รู้จักคิดหรือคิดไม่เป็น เป็นที่น่าวิตกมากในวงการศึกษาของประเทศเรา ดังคำกล่าวของ นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ (นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๓ : ๕๙) ที่ว่า "นิสัยนักศึกษาของเรา ไม่รู้จักคิด เป็นคำบ่นของอาจารย์ในวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยทั่วไป ในที่ประชุมทางวิชาการ

การคิดไม่เป็นของนิสิตนักศึกษา และนักเรียนจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จึงมีการเรียกร้องให้ครูเริ่มสอนตั้งแต่ในโรงเรียนระดับต้น ๆ มิฉะนั้นแล้วเสถียรภาพของประเทศจะคลอนแคลน"

การพัฒนาสังคมในระบบประชาธิปไตย ต้องการคนที่มีความสามารถปกครองตนเอง และประเทศถ้าคนไม่รู้จักคิดจะทำให้เกิดผลร้ายต่อการปกครอง เพราะแทนที่จะเป็นการ Pooling of Collective Wisdom จะกลายเป็น Pooling of Collective Ignorance ซึ่งเป็นปัญหาในการใช้ชีวิตแบบประชาธิปไตย ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงสมรรถภาพของพลเมืองในด้านความคิด ควรรู้จักใช้เหตุผล ฝึกการสังเกต และความสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (วิริยพศ วิเชียรโชติ, ๒๕๔๔ : ๒๘) จะเห็นว่าพลเมืองที่ไม่รู้จักคิดเป็นผลมาจากการเรียนการสอนในโรงเรียน จะแก้ไขได้โดยเปลี่ยนแปลงวิธีสอนของครู จากวิธีบรรยายและให้นักเรียนท่องจำ เป็นการสอนให้นักเรียนรู้จักคิดในทุกระดับการศึกษาและทุกวิชาที่มีการสอน

จากปัญหาเรื่องการเรียนการสอนดังกล่าวมาแล้วนั้นก็เป็นไปในทุกวิชาที่มีการสอนในโรงเรียน โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา ครูยังสอนวิทยาศาสตร์แบบเน้นเนื้อหาวิชาโดยการบรรยายให้ฟัง ให้นักเรียนท่องจำแล้วทดสอบความจำ แต่การสอนที่มุ่งให้นักเรียนท่องจำอย่างเดียวนั้นไม่พอ เพราะตามหลักจิตวิทยาพัฒนาการนั้น การพัฒนาทางสมองไม่ใช่มีการพัฒนาความจำเพียงอย่างเดียว ยังมีการพัฒนาส่วนอื่น ๆ ที่สำคัญอีกเช่น พัฒนาการทางด้านความคิดอย่างมีเหตุผลเป็นต้น ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษานั้น ครูไม่ควรเน้นเรื่องการให้เนื้อหา แล้วให้นักเรียนท่องจำเพียงอย่างเดียว แต่ควรจะสอนให้ครบองค์ประกอบ ๓ อย่าง คือ

๑. เนื้อหาวิทยาศาสตร์
๒. วิธีการและกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้ (Thinking and Learning Process)
๓. ทักษะทางวิทยาศาสตร์

ครั้งที่ พิทักษ์ วัชรพลเดช (พิทักษ์ วัชรพลเดช, ๒๕๑๓ : ๑๑ - ๑๒) กล่าวว่า

โดย เหตุที่วิทยาศาสตร์มีความสำคัญแก่มนุษย์มากมาย ทุกคนต้องใกล้ชิดสิ่งประดิษฐ์และเรื่องราวต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ตลอดเวลา... โดยเหตุนี้การจัดการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ จึงมีความสำคัญมาก ควรจัดให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนวิทยาศาสตร์มาก ๆ คือให้เรียนตั้งแต่เมื่อเริ่มเรียนในชั้นประถมศึกษา และเรียนติดต่อกันไปจนจบชั้นมัธยมศึกษา เพื่อให้ได้รับ

ความรู้ (เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์) ทักษะทางวิทยาศาสตร์ (วิธีการและขั้นตอนการค้นคว้าหาความรู้) และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นพลเมืองที่สามารถ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาชั้นนั้น ไม่ควร เน้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายที่สำคัญ แต่ควรส่งเสริมวิธีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดทักษะ และ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อว่านักเรียนจะนำไปใช้ค้นคว้าหาความรู้ที่มีอยู่มากมาย และที่จะ เกิดขึ้นมาใหม่อีก ซึ่งถ้าสอนเน้นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญแล้ว จะเกินความสามารถ ของครูและของนักเรียนที่จะสอนและรับได้หมด ครูควรจะสอนโดยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งนักเรียนมีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ให้พัฒนาขึ้นจนเป็นนิสัย ควรสอนให้นักเรียนสนุก สนุกสนาน ตลอดเวลา นักเรียนก็จะสนใจเรียนและเห็นว่ามีประโยชน์กับตนเองในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ ยังมีโอกาสแสดงความคิดเห็นโต้แย้ง และยอมรับความคิดของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ไม่เชื่อง่าย เหล่านี้เรียกว่าการช่วยสร้างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับเด็ก ดังคำกล่าวของ เลวิส และ พอตเตอร์ (Lewis and Potter, 1970 : 17) ทว่า

เด็กนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ ควรจะเรียนมากกว่าที่จะรู้แค่ความจริง (Fact) ในทาง วิทยาศาสตร์ ควรที่จะเรียนรู้วิธีการที่จะค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโลก เขา ควรจะมีวิธีการหรือรู้จักที่จะถามคำถามเป็น และรู้วิธีการที่จะได้คำตอบมา และควรจรร วกว่าการสืบสวนสอบสวนในทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) นั้นไม่ใช่ ของที่น่าแปลกประหลาด แต่เป็นวิธีการที่จะได้ความรู้ (Knowledge) บางอย่างที่น่า สนใจและ เร้าใจ... ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจะไปปรากฏที่ปฏิกริยา ตอบสนอง (Reaction) ทางสมองและร่างกายของนักเรียน คุณภาพเช่นนี้ คือบุคคล ที่มีความรับผิดชอบ มีความคิดสร้างสรรค์ การสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในปัจจุบัน มีแนวโน้มที่จะเป็นแบบการสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) ควรที่จะช่วยเหลือ ให้นักเรียนได้ใช้สติปัญญาของตนเองที่จะค้นคว้าหาข้ออธิบายในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ สังเกตเห็นได้ และที่สังเกตเห็นไม่ได้ ควรจะเน้นให้มีจิตใจใฝ่อยากรู้อยากเห็น (Inquiry Mind) ให้อยอมรับนับถือในความเป็นนักปราชญ์ และให้เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์

นั้นเป็นเพียงแต่วิธีการ เรียนรู้ (a method of learning) ไม่ใช่ตำราที่จะคนหา คำตอบ (not a book of answer) และด้วยการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมนี้ นักเรียนจะได้รับทัศนคติที่พึงปรารถนา คือ ทัศนคติในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีผลต่อการดำรง เป็นพลเมืองดีในสังคม.

ควรจะได้ฝึกและเน้นที่กระบวนการ เรียนรู้ที่ถูกต้อง (Process of Learning) ให้ติดตัวนักเรียนไป ตั้งแต่แรกเริ่มกำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษา แต่ในในระดับประถมศึกษาชั้นสูงสอนวิทยาศาสตร์ แบบให้นักเรียนท่องจำอยู่แล้ว จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย มองเห็นวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก ไม่ชอบวิชาวิทยาศาสตร์ และยังมีผลทำให้นักเรียนไม่รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล ไม่มีทัศนคติทาง วิทยาศาสตร์ ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีวิธีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้พัฒนาการ ทางด้านการนำเอาหลักทางวิทยาศาสตร์ และ เทคนิควิทยาต่าง ๆ ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการ พัฒนาประเทศเป็นไปได้ลำบากมาก

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดจะเห็นว่าน่าจะมีการเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งเป็นระดับพื้นฐานที่สำคัญเสียใหม่ ก่อนที่จะรวบรวบวิธีสอน แบบใดจึงจะเหมาะสม ก็ควรมีการทดลองดูเสียก่อน การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ด้วยวิธีการแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) น่าจะนำมาทดลองสอนดู เพราะวิธี การสอนวิทยาศาสตร์แบบนี้ จะช่วยในการพัฒนาทักษะและทัศนคติที่จำเป็นในการแก้ปัญหา จะช่วย ให้นักเรียน คิดอย่างวิพากษ์วิจารณ์ (Critically) และคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creatively) ในการที่จะพัฒนาการคิดทั้ง ๒ แบบนี้ จะเป็นไปได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับนักการศึกษาที่เกี่ยวข้อง จะ เข้ายใจยอมรับ และลงมือปฏิบัติทดลองอย่างจริงจังเพียงใด มีการประเมินผลและพร้อมที่จะแก้ไข อยู่ตลอดเวลาหรือไม่ และขึ้นอยู่กับครูวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาตนเองให้เป็นคนที่มีความคิดอย่าง วิพากษ์วิจารณ์ มีความคิดสร้างสรรค์ และมีความคิดอย่างมีจินตนาการดีหรือยัง (Lewis and Potter, 1970 : 9 - 10) การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการคิด สืบสวนว่า องค์ประกอบต่าง ๆ สัมพันธ์กันอย่างไร และค้นหาเหตุและผลเกี่ยวของกันอย่างไร จึงจะพบกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และการสอนแบบนี้มีส่วนพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถต่าง ๆ อันมีส่วนในการพัฒนาประเทศไปด้วย ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม และพัฒนาคุณภาพทางสังคม

เพราะการสอนแบบเน้นเรื่อง

- วิธีคิดแบบประชาธิปไตย
- พัฒนาบุคคล
- ปรับปรุงระบบสังคมให้ใช้วิธีการประชาธิปไตยให้มากขึ้น

(วิทย์พร วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ : ๕๖)

นอกจากนี้ ซุกแมน (Suchman, 1966 : 64) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยปลูกฝังความคิดแบบสืบสวนสอบสวนให้นักเรียนจริง ๆ ผลที่ได้ก็คือ

๑. จะช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลก
๒. จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดและมองปัญหาต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ ขึ้น
๓. จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และสามารถจัดกระบวนการความคิดอย่างมีระเบียบ
๔. จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการรู้จักสังเกตสิ่งแวดล้อมอย่างละเอียดถี่ถ้วน การสังเกตนั้นว่าเป็นขบวนการเบื้องต้นของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนตลอดจนนักวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ปัญหาได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า เราน่าจะทดลองสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถม โดยใช้การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบเดิม ว่ามีปัญหอะไรบางที่ควรแก้ไขปรับปรุงให้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น และเพื่อให้การทดลองมีขอบเขตกว้างขวาง จึงทดลองใช้

๓ แบบด้วยกัน คือ

๑. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry)
๒. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry)
๓. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม (Combined Inquiry)

สำหรับการวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกทดลองใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และเปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบเดิม ว่าจะมีผลแตกต่างกันอย่างไรหรือไม่เกี่ยวกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน และจากที่

วิลเฟิล (Williams and Herman, 1971 : 204) ได้เสนอแนะว่าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่สังเกตได้ของนักเรียนอันเนื่องมาจากได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ควรมีทั้งทางด้าน Cognitive และ Affective ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่าการทดลองใช้ วิธีสอนแบบสืบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองสอนแบบสืบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ จะมีผลต่อแบบการรับรู้ (Cognitive Styles) และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) ของนักเรียนหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ส่งผลต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน แบบการรับรู้ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

๑. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง

- ๑.๑ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบการรับรู้ (Cognitive Styles)
- ๑.๒ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
- ๑.๓ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับแบบการรับรู้ (Cognitive Styles)

๒. เพื่อศึกษาพัฒนาการของคะแนนของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

๓. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอน แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) กับวิธีการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ว่าจะส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน แบบการรับรู้ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่เพียงใด

๔. เพื่อศึกษาค้นคว้าของนักเรียนที่สมัครเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน
เทคนิคครูเป็นไปตาม และเทคนิคที่สอดคล้องกับครูสอน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

๑. เป็นการทดลองหาหลักเกณฑ์ที่สำคัญของวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่จะใช้ได้ผล
จริง ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนไทย และจะเป็นแนวทางที่จะนำวิธีการสอนแบบสืบสวน
สอบสวนนี้ไปประยุกต์ใช้สอนวิชาอื่น ๆ ในโอกาสต่อไป

๒. จากผลการทดลองหาพบว่าวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับ
ชั้นประถมศึกษาได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว อาจจะใช้เป็นแนวทางเพื่อเปลี่ยนแปลงการสอนวิทยาศาสตร์
ในทุกระดับการศึกษาต่อไป

๓. จากผลการทดลองหาพบว่าวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ผล
เป็นที่น่าพอใจแล้ว อาจจะใช้เป็นแนวทางที่จะเปลี่ยนแปลงการสอนวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ในสถานประกอบการฝึกหัดครูทุกระดับได้วิธีหนึ่ง จะช่วยให้บัณฑิตศึกษาในสถานฝึกหัดครูทุกระดับได้
ฝึกทักษะ และมีวิธีการที่เป็นระบบที่จะใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมให้ได้ดีมากขึ้น
ซึ่งจะสอดคล้องกับการพัฒนาคุณภาพของคน และการพัฒนาประเทศในระบอบประชาธิปไตยต่อไป

๔. เป็นการกระตุ้นสถาบันฝึกหัดครูทุกระดับให้สนใจในการคิดค้นหาวิธีสอนแบบต่าง ๆ
ใหม่ ๆ และนำมาทดลองใช้สอน เพื่อหาวิธีการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนไทยต่อไป

๕. ผลการทดลองครั้งนี้หาพบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว อาจจะใช้เป็นแนวทางปรับปรุง
หลักสูตร การทำตำราประกอบการสอน คู่มือครู กิจกรรมที่จะใช้ในการสอน และอุปกรณ์การสอน
ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาให้สอดคล้องกับวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาและทดลองครั้งนี้กระทำกับนักเรียนชั้นประถมปีที่ ๗ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ โรงเรียน
สายน้ำทิพย์ สังกัดกระทรวงศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน ๓ ห้องเรียน จำนวนนักเรียน
ทั้งหมด ๑๐๐ คน ชาย ๕๔ คน หญิง ๔๖ คน

ตัวแปรต่าง ๆ ที่จะศึกษา แบ่งออกเป็น ๓ ตอน คือ

๑. การศึกษาหาความสัมพันธ์

ตัวแปรที่ใช้ศึกษาหาความสัมพันธ์ ได้แกะคะแนนจากแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
คะแนนจากแบบทดสอบวัดการ คิดแบบสืบสวนสอบสวน และคะแนนจากแบบทดสอบวัดแบบการรับรู้

๒. การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน

๒.๑ ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่วิธีสอน ๓ วิธี

คือ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) วิธีการสอนแบบสืบสวน
สอบสวนชนิดนักเรียน เป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และวิธีสอนแบบเดิม (Traditional Teaching)

๒.๒ ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

- ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
- แบบการรับรู้ (Cognitive Styles)
- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๓. การศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนแบบสืบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม (Passive Inquiry)

คำนิยามปฏิบัติการและศัพท์เฉพาะ

๑. การคิดแบบสืบสวนสอบสวน คือ ความสามารถในการตั้งคำถามหรือตั้งสมมุติฐาน
จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อที่จะตอบปัญหานั้น แบ่งคำถามออกเป็น ๔ คุณลักษณะด้วยกัน คือ

๑.๑ คำถามในลักษณะการสังเกต คือ คำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติ

โครงสร้าง (Structure) พฤติกรรม (Behavior) การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง ๕ หรือการใช้
เครื่องมือ เป็นคำถามที่อาศัยการสังเกตเป็นเครื่องมือหาคำตอบได้

๑.๒ คำถามในลักษณะการอธิบาย

คือ

คำถามที่เกี่ยวกับคำว่าทำไม ? อะไร เป็นสาเหตุ ? ซึ่งมองลึกกว่าการสังเกตรวมทั้งการตั้ง
สมมุติฐานเพื่อหาคำอธิบายด้วย

๑.๓ คำถามในลักษณะพยากรณ์ คือ คำถามที่คาดการณ์ล่วงหน้า โดยอาศัย

ข้อมูลจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เช่น คำถามว่าเมื่อไร คาดว่าหรือหวังว่าจะ เป็นต้น

๑.๔ คำถามในลักษณะนำไปใช้ คือ คำถามหรือความคิดที่จะทำให้เกิดผลิตผลหรือขบวนการใหม่ ๆ โดยนำเอาผลจากข้อมูลจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น เป็นวัตถุดิบตลอดจนคำถามที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ด้วย

สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ รูปภาพ และข้อความที่เป็นสถานการณ์สั้น ๆ นักเรียนจะแสดงถาวร ลึกแบบสืบสวนโดยการตั้งคำถามทั้ง ๔ ชั้น จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคงกล่าวแล้ว

๒. แบบการรับรู้ (Cognitive Styles) หมายถึงการรับรู้ของบุคคลต่อสิ่งเร้าภายนอกในการศึกษาค้นคว้าสิ่งเร้าภายนอกที่จัดให้ คือ แบบทดสอบซึ่งเป็นรูปภาพ ใน ๑ ข้อ มีรูปภาพ ๓ รูปให้นักเรียนเลือกจับคู่ภาพทั้ง ๓ ที่ละคู่ พร้อมกับให้เหตุผลควรวาททำไมถึงเลือกอย่างนั้น นักเรียนจะแสดงการรับรู้ใด ๓ แบบ คือ

๒.๑ การรับรู้แบบวิเคราะห์ (Analytical Style) หมายถึงการรับรู้เพื่อจับคู่สิ่งเร้าเข้าพวก เกี่ยวกันโดยพิจารณาความคล้ายคลึงของส่วนต่าง ๆ ที่มองเห็นจากภาพเป็นเครื่องตัดสินตามความเป็นจริง และต้องอาศัยความละเอียดรอบคอบ เป็นการรับรู้ในส่วนย่อยมากกว่าส่วนรวม

๒.๒ การรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Style) หมายถึงการจับคู่ของสิ่งเร้า โดยพยายามโยงสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้มาสัมพันธ์กันโดยอาศัยประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อน เวลาและสถานที่มาเป็นเครื่องตัดสินในการเลือกจับคู่จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้

๒.๓ การรับรู้แบบจำแนกประเภท (Categorical Style) หมายถึงการรับรู้โดยการจับคู่ของสิ่งเร้าต่าง ๆ เหล่านั้นเข้าด้วยกันตามชนิด ประเภท การใช้ประโยชน์ตามประสบการณ์ของตน โดยไม่คำนึงถึงข้อเท็จจริงที่ปรากฏในสิ่งเร้านั้น

๓. ทักษะคิด หมายถึง ทักษะที่ความรู้สึกที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้ และ ไต่กอตัวขึ้นเป็นความคิดเห็น ทำให้บุคคลปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งไปในทางที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

๔. ทักษะคิดทางค่านิยมทางศาสนา หมายถึงการแสดงออกของบุคคลในลักษณะต่อไปนี้

๔.๑ ยากง่ายยากเห็นในสิ่งแวดล้อม

- ๔.๒ เชื่อว่าผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้เพราะเหตุ
- ๔.๓ เป็นคนที่ยอมรับฟังความจริงใหม่ ๆ
- ๔.๔ ให้ความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- ๔.๕ ไม่เชื่อใครง่ายหรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล
- ๔.๖ พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่
- ๔.๗ พร้อมที่จะยอมรับความจริง เมื่อมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
- ๔.๘ ยอมรับนับถือความคิดเห็นของผู้อื่น
- ๔.๙ มีความซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียดละออ

ในการศึกษาค้นคว้าข้อทดสอบที่ประกอบด้วยสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนทำข้อสอบ เพื่อแสดงว่ามีลักษณะพฤติกรรมต่าง ๆ ข้างบนมากน้อยเพียงใด ด้วยการให้ความสำคัญในสถานการณ์ ในข้อทดสอบว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง ค่อนข้างจะเห็นด้วย รู้สึกกลาง ๆ ค่อนข้างจะไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยเลย

๕. หัตถ์คติต่อการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม

ในการศึกษาค้นคว้านี้ หมายถึงความรู้สึกของนักเรียนที่เกี่ยวกับด้านการเรียนวิทยาศาสตร์แบบการ สืบสวนสอบสวน และเรื่องอื่น ๆ ที่เป็นข้อเสนอแนะให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด ด้วยการทำแบบสอบถามที่ผู้วิจัย ได้สร้างขึ้น

๖. การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน แบ่งออกเป็น ๓ แบบ คือ

๖.๑ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) เป็นวิธีสอนที่นักเรียนเฝ้าหาความรู้โดยใช้วิธีการสืบสวนด้วยตนเอง เป็นส่วนใหญ่ นักเรียนหาความรู้ โดยใช้คำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย การควบคุมและการนำไปใช้ประโยชน์ ครูเป็นผู้ช่วยให้ นักเรียนซักถามตามความสนใจต่าง ๆ จนนักเรียนสามารถลงสรุปความรู้ (Generalize) ได้ด้วยตนเอง

๖.๒ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) เป็นวิธีสอนที่ครูใช้วิธีการสืบสวนสอบสวน โดยการตั้งคำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนายและ การควบคุมนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้นักเรียนสามารถลงสรุปความรู้ (Generalize) ได้ด้วย ตนเอง

๖.๓ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม (Combined Inquiry) เป็นวิธีสอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันใช้วิธีการสืบสวนสอบสวน โดยการตั้งคำถามชั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และการควบคุมนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้ให้นักเรียนลงสรุปความรู้ (Generalize) ได้ด้วยตนเอง เป็นวิธีสอนที่นำเอาวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) กับวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) ผสมกัน

ขอแตกต่างระหว่างการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) กับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม (Combined Inquiry) ได้แสดงไว้ในตาราง ๑

ตาราง ๑ เปรียบเทียบความแตกต่างของการสอนแบบ Active Inquiry และแบบ Combined inquiry

การสอนแบบ Active Inquiry	การสอนแบบ Combined Inquiry
๑. ถ้านักเรียนบกพร่องในการถามคำถามชั้นสังเกต ทำให้ได้ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำไปตอบคำถามชั้นอธิบาย ครูจะเป็นผู้เร้าให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นสังเกตเพิ่มเติม ตัวอย่างการเร้าของครู - นักเรียนสังเกตเห็นอะไรอีกบ้าง - นักเรียนสังเกตให้ความีอะไรน่าสนใจที่ควรถามอีกบ้าง ๒. ถ้านักเรียนบกพร่องในการตั้งคำถามชั้นอธิบายบางคำถามที่จำเป็นหรือการถาม	๑. ถ้านักเรียนบกพร่องในการถามคำถามชั้นสังเกตทำให้ได้ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำไปตอบคำถามชั้นอธิบาย ครูจะเป็นผู้ถามเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอ ๒. ถ้านักเรียนบกพร่องในการตั้งคำถามชั้นอธิบายบางคำถามที่จำเป็น หรือการถาม

ตาราง ๑ (ต่อ)

การสอบแบบ Active Inquiry	การสอบแบบ Combined Inquiry
เพื่อจะนำมาสรุปความรู้ (Generalize) ด้วยตนเอง ครูจะเป็นผู้เราให้นักเรียนกลับมาพิจารณาปัญหาของใจนั้น ตัวอย่างการเราของครู - มีอะไรน่าสนใจอีกบ้าง ? - นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามข้ออธิบายเพิ่มเติมอีกได้ไหม ? นอกจากนี้ครูอาจจะเราโดยการทดลองซ้ำ หรือใช้การทดลองอย่างอื่น	เพื่อจะนำมาลงสรุปความรู้ (Generalize) ด้วยตัวเอง ครูจะเป็นผู้ถามคำถามข้ออธิบายนั้นเสียเอง

ความบกพร่องในการถามชั้นสังเกต เป็นเหตุให้เกิดช่องว่าง (Gap) ของความรู้ ทำให้การสอบแบบสืบสวนสอบสวน ดังนั้นการเราของครูที่สอบแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนี้ครูเป็นผู้อถาม (Active Inquiry) หรือการช่วยตั้งคำถามของครูที่สอบแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูนักเรียนเป็นผู้อถาม (Combined Inquiry) ก็จะทำให้ครบขั้นตอนของการสืบสวนสอบสวน

๘. การสอนแบบเดิม คือ การสอนที่ไม่ใช่การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีสอนที่นิยมใช้ในโรงเรียนโดยทั่วไป การสอนแบบนี้มีผู้คิดว่าเป็นศูนย์กลาง (Teacher - Centered) กิจกรรมการเรียนการสอนส่วนมากครูเป็นผู้ดำเนินการแทบทั้งหมด การติดต่อกับนักเรียนก็อาจจะมีแต่เป็นไปในแบบทางเดียว (One - way Communication) จึงทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนน้อย นอกจากนั้นกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ก่อให้เกิดการขัดแย้งทางการรับรู้ (Perceptual Conflict) ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาที่เป็นไปในรูปของการถามปัญหา หรือคอยตอบปัญหาเช่นเดียวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน จุดมุ่งหมาย

ในการ เรียนการสอนเน้นที่ผลิตผล (Products) ซึ่งจะออกมาในรูปของการจำ เนื้อหามากกว่า เน้นขบวนการคิด (Process of Thinking)

ทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๑. ทฤษฎีและ เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

วิริยกุล วิเชียรโชติ (วิริยกุล วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ : ๒๔ - ๓๓) ได้อธิบายถึง ขบวนการสืบสวนสอบสวนไว้ว่า

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นการสอนที่เน้นขบวนการคิดสอบสวนว่า องค์ประกอบ สัมพันธ์กันอย่างไร และค้นหาว่าเหตุและผลเกี่ยวข้องกันอย่างไรจึงจะพบกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบนี้มีส่วนพัฒนาบุคคลให้มีเทคนิคและความสามารถต่าง ๆ อันมีส่วนในการพัฒนาประเทศ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และพัฒนาคุณภาพทางสังคม เพราะการสอนแบบนี้เน้นในเรื่อง

- วิธีคิดแบบประชาธิปไตย
- พัฒนาบุคคล
- ปรับปรุงระบบสังคมให้ใช้วิธีการทางประชาธิปไตยมากขึ้น

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องการ เน้นพัฒนาการทาง คำนวณของนักการศึกษาชาวสวิสที่ค้นพบว่า คนมีขบวนการคิดเป็นสองประการคือ มีโครงสร้าง ความคิดเดิม สามารถนำโครงสร้าง เดิมมาต่อกองความรู้ใหม่ได้ ถ้าสิ่งใหม่ไม่ตรงกับ โครงสร้าง เดิมก็สามารถปรับปรุง โครงสร้างนั้นเพื่อความรู้ใหม่ได้

ขบวนการสืบสวนสอบสวน

(The Inquiry Process)

นิยาม

คือขบวนการสืบสวนและสอบสวนเพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ ลักษณะ คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ เน้นลักษณะที่เป็นธรรมชาติของ ตัวแปรที่เป็นตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ว่ามีธรรมชาติอะไรบ้าง มีลักษณะ

คุณสมบัติอะไร ตลอดจนความสัมพันธ์ของ X และ Y เป็นการสืบสวนสอบสวนเพื่อนำไปสู่การค้นพบ การสืบสวนต้องกระทำก่อนเพื่อจะได้มาว่ามีตัวแปรอะไรบ้าง เมื่อทราบแล้วจึงดำเนินการสอบสวนว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

ฉะนั้นในการสอนจึงต้องเน้นขั้นตอนการสืบสวนก่อน เพื่อให้ทราบว่า X และ Y เป็นอย่างไร แล้วจึงดำเนินการสอบสวนหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง ต้องให้เด็กเข้าใจในขั้นสืบสวนให้ดีกว่าแล้วจึงเริ่มขั้นการสอบสวน คือหาความสัมพันธ์ของ X และ Y คือ

$$Y = f(X)$$

โครงสร้างของขั้นตอนการสืบสวนและสอบสวน

อาศัยโครงสร้างจากทฤษฎีของ เพียเจต์

ขั้นที่ ๑ Assimilative Structure เป็นโครงสร้างขั้น Assimilation คือเราให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้ในท้องเรื่อง เด็กจะเรียนรู้โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิด เช่น ครรถามว่า "สัตว์ชนิดหนึ่งมีสี่ขาชอบกินปลาเป็นอาหาร สัตว์นั้นคืออะไร" เด็กจะตอบว่า "แมวไซไหม" การที่เด็กตอบเช่นนั้นเพราะเด็กนำความรู้เดิมเกี่ยวกับแมวมาใช้ ถ้าครูตอบว่าไม่ใช่ เด็กจะเกิด Conceptual Conflict (ปัญหาของจิต) ขึ้นมา และทราบบว่าความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายได้ ซึ่งเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ ๒

ขั้นที่ ๒ Accommodative Structure คือ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิมเพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างเดิม ก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ ๆ ได้ เช่น ดังตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วนั้น เด็กอาจจะขยายสังกัดของสัตว์ชนิดกินปลาวามีหลายชนิดไม่ใช่มิแต่แมว เดิมเด็กทราบว่ามิแต่แมวต้องขยายสังกัด (Concept) และโครงสร้างเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ ๆ เพื่อเข้าใจประสบการณ์ใหม่ ๆ เป็นโครงสร้างของขั้นตอนการสืบสวนสอบสวน โครงสร้างทั้ง ๒ นี้ แนะนำให้เราใช้สังกัดกับแนวทางเข้ามาช่วยคือเป็นการนำเอา Accommodative Structure หรือ Accommodation เข้ามาช่วยทำให้เราเกิดความรู้ใหม่ ๆ ให้เด็กถามเกี่ยวกับธรรมชาติ การสังเกตเป็นส่วนใหญ่เพื่อขยายโครงสร้างให้กว้างออกไป ทำให้เกิดสังกัด (Concept) ใหม่ ๆ ให้เด็กพร้อมที่จะรับความรู้

เมื่อมีโครงสร้างแล้วก็ต้องมีขบวนการเพราะเป็นสิ่งที่ไปด้วยกัน ขบวนการสืบสวน
สอบสวนมี ๔ ขบวนการด้วยกัน คือ

๑. ขบวนการสร้างสัจกับ (Concept Formation Process) คือ ขบวนการเรียนรู้
ลักษณะนิยาม (Defining Attribute) ของสัจกับต่าง ๆ ส่วนมากใช้การคิดแบบวิเคราะห์
และแบบแยกประเภท ซึ่งตรงกับขั้นการสังเกต (Observation)

๒. ขบวนการสร้างทฤษฎี (Theorization Process) คือ ขบวนการแก้ปัญหาโดย
การตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างสัจกับหรือตัวแปร
หรือสังกรณ (Theoretical Construct) ส่วนมากใช้การคิดแบบโยงความสัมพันธ์และแบบ
อ้างอิงนับเป็นสิ่งสำคัญมาก การสอนเด็กเกี่ยวกับขบวนการสร้างทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์
ธรรมชาติ โดยพยายามชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสัจกับหรือตัวแปรตั้งแต่ ๒ ตัวขึ้นไป การสร้าง
ทฤษฎีต้องมีพื้นฐานเรียกว่า Basic Assumption ว่ามีอย่างไร มีเหตุผลเบื้องหลังอย่างไรที่ตั้งมา
อย่างนั้น เช่น เคยเห็นมาอย่างนั้น เป็นต้น

๓. ขบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (Verification Process) เป็นขบวนการสำหรับ
ทดสอบและพิสูจน์สมมติฐานจากทฤษฎี โดยการทดลองชักถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วมาประเมินผลสรุปว่า
สมมติฐานนั้นใช้ได้หรือไม่ ส่วนมากใช้การคิดแบบสังเคราะห์และคิดแบบวิจารณ์ญาณและแบบประเมินผล

๔. ขบวนการสร้างสรรค์ (Creative Process) คือ ขบวนการนำความรู้พื้นฐาน
ที่เรียนมาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในรูปต่าง ๆ หลายวิธีและแนวใหม่ ๆ เป็นสื่อไปสู่การสอบสวน
ขั้นต่อไป ส่วนมากใช้ความคิดแบบริเริ่มสร้างสรรค์และการคิดแบบสังเคราะห์

ขั้นต่าง ๆ เหล่านี้ก็เปรียบได้กับขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และควบคุม

การสังเกตค้นพบแล้วเกิดปัญหาของจิต จะนำไปสู่การสืบสวนสอบสวนเพื่อหาคำอธิบาย
แล้วสามารถทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ และสามารถนำไปใช้ได้ เช่น เกี่ยวกับการพบแรงโน้มถ่วง
ในด้านใช้วิธีการคิดแบบเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นคือขบวนการวิจัยเบื้องต้น ซึ่งมี :-

๑. การสังเกต (Observation) เน้นการสร้างสัจกับ (Concept) และการคิดอย่าง
มีประสิทธิภาพซึ่งได้มากจากการสังเกต

๒. อธิบาย (Explanation) ใช้ขบวนการสร้างทฤษฎีจากการหาเหตุผลเพื่ออธิบาย

๓. ทำนาย (Prediction) เป็นขบวนการพิสูจน์สมมติฐาน โดยใช้วิธีการทำนายเพื่อผู้คิดจะไต่รวบรวบข้อมูลมาทดสอบสมมติฐานนั้น

๔. การคิดสร้างสรรค์ (Control and Creativity) นำความรู้ที่ได้รับมาผสมกันเป็นโครงสร้างใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การสอนแบบเน้นผู้เรียนลง แขนงที่จะเป็นผู้บอกฝ่ายเดียว ครูจะทำหน้าที่ใหม่คือให้ความช่วยเหลือแนะนำ ดังคำนิยามที่กล่าวว่า "การเรียนรู้คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้ไปตามจุดหมาย" ดังนั้นการสอนจึงเป็นการจัดประสบการณ์เพื่อให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตรงกับปรัชญาของ John Dewey คือ Learning by doing ครูจะเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนเป็นฝ่ายแสดง เติมนักจะทำหน้าที่เป็นโจทย์ซ้ำๆ เลยนักเรียน แต่การสอนแบบนี้นักเรียนเป็นโจทย์ครูเปลี่ยนเป็นจำเลยซึ่งตรงกับระบอบประชาธิปไตย จึงได้รับการส่งเสริมในสังคมประชาธิปไตย และขัดกับความรู้สึกของคนรุ่นเก่า เพราะการสอนแบบนั้นส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นและโต้แย้งอย่างมีเหตุผล อันเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาในสังคมประชาธิปไตย

หลักในการสร้างโครงการสอน

๑. วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

๒. วิเคราะห์ขบวนการสอน

๑. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา การสอนแบบนี้เหมาะสำหรับเด็กชั้นประถมปีที่ ๗ ขึ้นไป คือตั้งแต่อายุ ๑๒ ปี ขึ้นไป เพราะเด็กมีความสามารถในการหาเหตุผล สามารถทดสอบสมมติฐานได้ จากการนำหลักสูตรมาวิเคราะห์พบว่ามีข้อบกพร่อง ต้องแก้ไข เพื่อให้การเรียนการสอนได้ผล ควรปรับปรุงตั้งแต่ในระดับวิทยาลัยวิชาการศึกษา เพื่อจะได้นำวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง การทำโครงการสอนต้องศึกษาจุดหมาย และแปลจุดหมายไปในรูปพฤติกรรมที่ปฏิบัติได้ เมื่อแปลเป็นพฤติกรรมแล้วจะทำให้รู้ว่า มีเนื้อหา วิธีสอน อุปกรณ์ และการประเมินผลอย่างไร การประเมินผลควรมีการทดสอบก่อนสอน และหลังจากสอนเสร็จแล้วเพื่อนำผลมาเปรียบเทียบดูว่า ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปมากน้อยเพียงใด จะได้พิจารณาแก้ไขการสอนของครูต่อไป

๒. ขบวนการสอน

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น เน้นให้เกิดความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ Inquiry, Discovery, Invention คือ เสริมสร้างความรู้เดิมด้วยสิ่งใหม่ ความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว เรียกว่า สิ่งกับแนวทางซึ่งจำเป็นสำหรับการสอนแบบนี้ เมื่อครูให้สิ่งกับแนวทางกับเด็กแล้ว ครูจะเริ่มวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนทีละขั้น คือ

๑. การสังเกต (Observation) ครูทดลองให้นักเรียนสังเกตและเกิดความสนใจ เด็กจะถามเพื่อให้ข้อมูล สำหรับอธิบายข้อสงสัยนั้น คำถามต้องเป็นแบบ "ใช่หรือไม่" เพื่อเป็นการแยกปัญหาออกเป็น ๒ ฝ่าย และ เป็นการกระตุ้นให้ถามโดยใช้ความคิด ครูจะไม่อธิบายนอกจากตอบว่า "ใช่" "ไม่ใช่" หรือ "อาจจะเป็นไปได้แล้วแต่กรณี" เท่านั้น

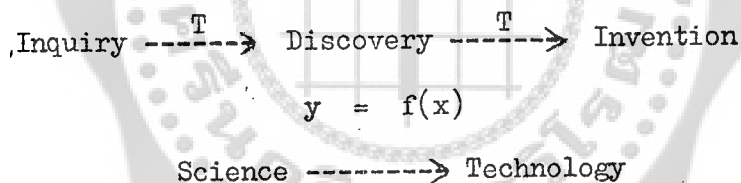
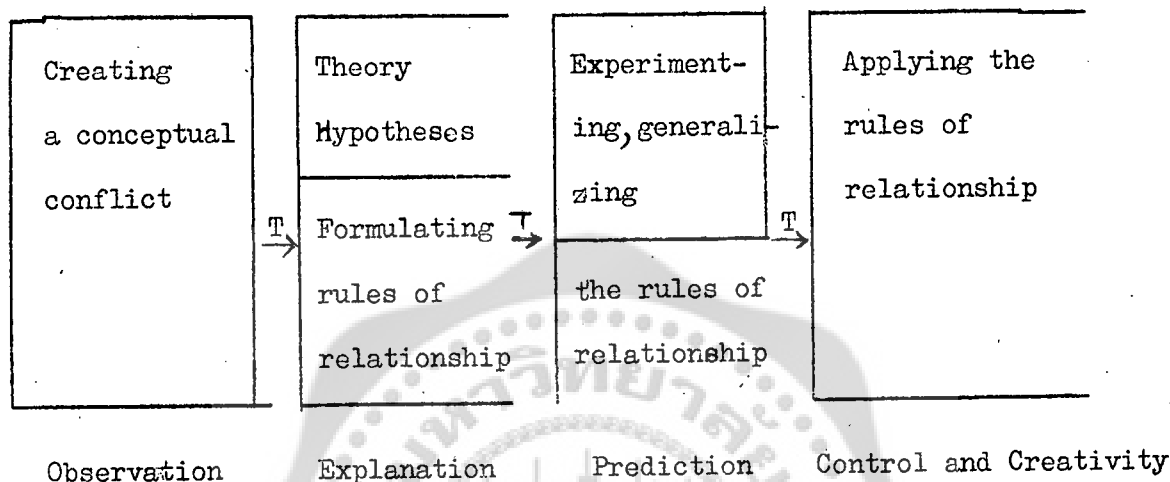
๒. อธิบาย (Explanation) ครูจะทดลองต่อไป เด็กจะได้ข้อมูลจากการสังเกตขั้นแรกแล้ว ถ้าเด็กถามว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาคำอธิบายหรือตั้งทฤษฎีขึ้นอธิบาย และถ้ายังไม่ได้อธิบายไม่ได้ ครูจะแนะนำให้เด็กถามแบบสังเกตเพิ่มเติม เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของสิ่งที่ศึกษานั้นมากขึ้น ครูอาจจะทดลองใหญ่เพื่อให้เด็กตั้งสมมุติฐานขึ้น อธิบายปรากฏการณ์นั่นเอง

๓. การทำนาย (Prediction) เมื่อเด็กตั้งสมมุติฐานแล้วจะคาดการณ์ล่วงหน้า โดยนำความรู้ที่ได้ไปทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ เด็กจะใช้คำถามว่า ถ้าเป็นอย่างนั้นจะใช่หรือไม่ ครูจะตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ หรือทดลองใหญ่ เพื่อให้เด็กเห็นคำตอบเอง

๔. การนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and Creativity) ครูกระตุ้นให้เด็กคิดว่า สิ่งที่ได้พบนี้จะนำไปใช้อะไรได้บ้าง เพื่อให้เด็กนำความรู้ไปคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์

ก่อนดำเนินการสอน ครูควรฝึกให้เด็กได้ตั้งคำถามแบบ Inquiry Process ก่อน เพื่อไม่ให้ล้มขบวนการ โดยการนำภาพมาให้ดู แล้วให้เด็กสังเกตว่ามีอะไรบ้างในภาพนั้น ฝึกการใช้คำถามเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ จากที่กล่าวมาทั้งหมดขบวนการสืบสวนสอบสวน สามารถจะสรุปและเขียน เป็นขบวนการได้ดัง ภาพประกอบ ๑

THE INQUIRY PROCESS



T : Teacher's Role as a Catalyst

The Scientific Inquiry Development Project, Educational
Research Department, College of Education, Prasarnmitr
Bangkok.

ภาพประกอบ ๑ ขบวนการแบบสืบสวนสอบสวน

จากภาพประกอบ ๑ ที่แสดงอยู่บนพอจะสรุปย่อ ๆ ได้ดังนี้

๑. ๐ : Observation

- Creating a conceptual conflict

การจัดสถานการณ์ในห้องเรียน เช่น การทดลองให้นักเรียนดู ให้นักเรียนทดลองเอง หรือครูกับนักเรียนช่วยกันทดลอง การให้คำแนะนำ ภาพ กราฟ ตลอดจนการเล่าสถานการณ์สั้น ๆ ให้นักเรียนฟังนั้น จุดประสงค์เพื่อว่าให้นักเรียนเกิดปัญหาของจิต (Conceptual Conflict) ซึ่งอาจจะให้นักเรียนสังเกตเห็นเอง หรือครูจะเรานักเรียนด้วยการถามก็ได้ เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาของจิตแล้ว ก่อนที่จะเห็นคำตอบของปัญหานั้นครูก็พยายามช่วย หรือกระตุ้น ให้นักเรียนหาข้อมูลด้วยการสังเกต และการถามขึ้นการสังเกต เพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ให้ละเอียดเสียก่อน

๒. E : Explanation

- Theory, Hypotheses, Forming rules of relationship

เมื่อนักเรียนรวบรวมข้อมูลและผ่านคำถามขึ้นการสังเกตมาแล้ว ต่อไปครูจะกระตุ้น ให้นักเรียนตั้งคำถาม ถามขึ้นการอธิบายคือคำถามทำนองตั้งสมมุติฐาน เสนอทฤษฎีเพื่ออธิบายข้อสงสัย และเนนการหากฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ($Y = f(x)$)

๓. P : Prediction

- Experimenting, Generalising the rules of relationship

เมื่อนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้แล้ว ครูก็จะกระตุ้นให้นักเรียนถามต่อไปว่า ถ้าเปลี่ยนองค์ประกอบบางอย่างแล้วอะไรจะเกิดขึ้น จะเกิดปรากฏการณ์เหมือนเดิมหรือไม่ ซึ่งบางครั้งก็ต้องมีการทดลอง เพื่อจะตอบข้อสงสัยหรือสมมุติฐานอันใหม่นี้ เมื่อได้ผลการทดลองมาแล้ว ก็จะทำให้กฎเกณฑ์ความสัมพันธ์คงไว้แต่เดิม ขยายขอบเขตให้กว้างออกไปอีกหรือมีขอบเขตจำกัดเพิ่มขึ้น เป็นการขยายสังกัด (Concept) ของนักเรียนให้กว้างออกไป

๔. C : Control and Creativity

- Applying the rules of relationship

เมื่อนักเรียนรู้กฎเกณฑ์ความสัมพันธ์อย่างกว้างขวางในเรื่องนั้น ๆ แล้ว ครูจะกระตุ้น ให้นักเรียนคิดตั้งคำถามขึ้นการนำเอาหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์พบนี ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือเนนที่การนำเอาหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์อันนี้ไปดัดแปลงสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นใหม่

๕. T : Teacher's Role

เป็นบทบาทของครูในการกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนคิด ถามในชั้นต่าง ๆ ด้วยคำถามแบบ Probing (คำถามแบบหยั่งความคิด) หรือตัวอย่างประโยคที่จะนำนักเรียนให้ถามในชั้นต่าง ๆ รวมทั้งการให้การเสริมกำลังใจ การเป็นผู้นำการอภิปราย เป็นต้น

๖. Inquiry $\xrightarrow{T}$ Discovery $\xrightarrow{T}$ Invention
($Y = f(x)$)

ขบวนการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน จะทำให้เกิดการค้นพบ (Discovery) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ คือ $Y = f(x)$ และนำไปสู่การค้นคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้น (Catalyst) ในแต่ละขั้นตอน

๗. Science $\xrightarrow{T}$ Technology

ขบวนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกวิธี จะนำไปสู่จุดหมายปลายทาง คือสามารถทำให้เกิดเทคนิควิทยา (Technology) ใหม่ ๆ ขึ้นมากมายและจะมีผลต่อการพัฒนาประเทศต่อไป จากที่กล่าวมาแล้วขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Process) ของ วิริย พุทธิวิชัยโรจน์ พอดีสรุปได้ดังนี้คือ

๑. มีพื้นฐานทางจิตวิทยาพัฒนาการทางสมองและการเรียนรู้ของเด็กของ เพียเจต์
๒. เป็นขบวนการเรียนการสอนที่เน้นการถามการคิดโต้แย้งและยอมรับอย่างมีเหตุผล เป็นการฝึกการคิดแบบประชาธิปไตย
๓. เน้นเรื่องขบวนการแก้ปัญหาและหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนด้วยการซักถามคำถามทั้ง ๔ ชั้น เพื่อค้นพบธรรมชาติ ลักษณะคุณสมบัติและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ

๔. เป็นขบวนการสอนที่เน้นเรื่องการฝึกทักษะการคิดแบบวิเคราะห์ คิดแบบโยงความสัมพันธ์ คิดแบบอ้างอิง คิดแบบวิจารณ์และประเมินผล คิดแบบวิเคราะห์และสร้างสรรค์

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1967 : 37 - 43) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิมเป็นการสอนเนื้อหาวิชา โดยยึดเยี่ยให้กับเด็กนักเรียน แต่การสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน (Inquiry Approach) ไม่ได้เน้นที่การสะสมเนื้อหาวิชาความรู้ แต่เน้นที่ให้นักเรียนได้ค้นพบวาทวิทยาศาสตร์ เขาคนพบสิ่งที่เขาคนพบได้อย่างไร การสืบสวนสอบสวนนั้นจะทำให้คำนิยามก็จะมีความหมายว่า คือ การค้นหาความรู้ (Knowledge) หรือความจริง (Truth) เน้นที่ขบวนการค้นหามากกว่าผลของการค้นพบ เน้นที่ให้นักเรียนรู้อยู่คนเดียวโดยการกระทำ ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม (Active) ในกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนจะถูกทำให้เป็นผู้สืบสวนสอบสวน (Inquirer) ไม่เป็นผู้นั่งสังเกตและฟังเฉย ๆ ไม่ได้เน้นที่ครูเป็นใหญ่ในชั้นเรียน (Teacher - Centered Class Organization) แต่เน้นที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนในชั้นเรียน (Student - Centered Organization) ต้องการให้นักเรียนเป็นผู้มีส่วนร่วม (Active Participant) ในการตั้งคำถามเพื่อหาความรู้ ในการสอนเช่นนี้ นักเรียนจะค้นพบความสามารถของเขาเองที่จะเรียนรู้ว่า วิธีการการเรียนรู้ที่ดีนั้นคืออะไร โดยใช้ความคิดของตนเองแก้ปัญหา สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ครูจะต้องทำ ก็คือ การสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีการเรียนรู้ พยายามปลุกฝังความเชื่อมั่นให้กับนักเรียนจนกระทั่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะไม่มีโอกาสที่จะรู้ว่าวิธีการของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรเลย นอกเสียจากว่าเขาจะมีส่วนร่วมในขบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง บทบาทของครูอันหนึ่งคือ การจัดสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้แสดงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมต่าง ๆ การบรรยายแทบจะไม่มีเลย นอกจากนั้นเวลาบางส่วนยังใช้เพื่อการอภิปรายกัน ครูจะเป็นผู้ถามคำถาม คำตอบของคำถามส่วนมากจะเป็นไปในรูปการช่วยเหลือให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมค้นคว้าได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในการสอนแบบนี้ครูจะไม่ทำตัวเป็นแหล่งสะสมความรู้ นาน ๆ จึงจะตอบคำถามสักครั้งหนึ่ง แต่ครูจะถามคำถามมากเพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง เน้นตรงที่ว่า การถามคำถาม (Questioning) แต่ไม่ตอบ (Not Answering) และวิธีการอีกอันหนึ่ง คือ ครูจะปลุกฝังความรู้สึกในการสอบสวน (Sense of Inquiry) โดยการที่ครูเป็นผู้แสดงการสืบสวนสอบสวนเสียเอง (Inquirer) ครูอาจจะไม่รู้วาคำตอบของปัญหานั้นคืออะไร แต่ครูกับนักเรียนจะช่วยกันแก้ปัญหา นั้น นักเรียนต้องไม่คิดว่าครูจะรู้จะไปเสียทุกอย่าง นักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน

เมื่อได้รวมกันแล้ว เพื่อที่จะค้นพบความรู้ใหม่ หรือหลักเกณฑ์ใหม่บางอย่างในวิชาวิทยาศาสตร์

ซันด์ และ ไทรวบบริจ ยังได้กล่าวไว้ว่า พื้นฐานทางค่านิยมวิทยาในการสอนวิทยาศาสตร์
แบบการสืบสวนสอบสวน คือ

๑. การที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ย่อมดีกว่าการเรียนแบบนั่งรับเอา
ไปอย่างเดียว

๒. การเรียนรู้อาจเกิดได้ทั้งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มที่หรือช่วยโดยปราศจาก
การบังคับและสถานการณ์ใดเตรียมพร้อมที่จะให้เรียน ประสิทธิภาพสูงมากกว่การท่องจำ

๓. วิธีการที่จะสอนให้คนรู้จักคิด และเป็นคนที่มีความคิดริเริ่ม ก็คือให้โอกาสเขาเกิด
ความต้องการที่จะคิด และต้องการที่จะริเริ่มบางสิ่งบางอย่างขึ้น

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ซันด์แมน (Sund and Trowbridge, 1967 :

37 - 43) ผู้นำในการศึกษาเรื่องการศึกษากระบวนการสืบสวน (Inquiry Training) แห่ง
มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ได้กล่าวไว้ว่า การศึกษากระบวนการสืบสวนสอบสวนนั้นจัดขึ้นเพื่อเป็นส่วนประกอบ
ในกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้เด็กได้เข้าใจในการวางแผนที่จะค้นพบสาเหตุ
ของปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยตนเอง โดยไม่ต้องขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครูและการตีความหมายของครู
เด็กจะเรียนรู้เรื่องการตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลองและการตีความหมาย
จากผลการทดลอง เป็นวิธีการที่จะให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนมากยิ่งขึ้น มีวิธีการที่เป็นระบบ
ที่แก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

* การศึกษากระบวนการสืบสวนสอบสวนของ ซันด์แมน (Suchman, 1962 : 4) มีเหตุผล
เบื้องหลังดังนี้ คือ

๑. การเรียนแบบสืบสวนสอบสวนนักเรียนจะเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนแบบครูบอกให้
ทั้งหมด ผู้ที่เรียนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนได้รับอิสระมาก จะสามารถรับ (Assimilate) ประสิทธิภาพ
ต่าง ๆ ได้มากกว่า เขาจะมีอิสระที่จะติดตามค้นคว้าหาความรู้และความเข้าใจ ให้เป็นไปตาม
ความต้องการ อยากรู้อยากเห็น และเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐาน และเหมาะสมกับอัตราการเรียนรู้
รับความรู้เอาไว (Assimilation) ของแต่ละคนด้วย

๒. การเรียนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นวิธีการที่ให้แรงจูงใจอย่างสูง ทั้งนี้เพราะนักเรียน
จะรู้สึกสนุกสนานในการร่วมกิจกรรมอย่างเป็นอิสระ และโดยเฉพาะเมื่อกิจกรรมเหล่านั้นได้ทำให้

เขามีการพัฒนาในด้านความรู้ มีการพัฒนาในการสร้างสิ่งกับ

๓. สิ่งกับ (Concept) ต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนแบบการสืบสวนสอบสวน น่าจะมีความสำคัญต่อนักเรียนมากกว่า ทั้งนี้เพราะสิ่งกับต่าง ๆ นั้น นักเรียนพบด้วยตัวของเขาเอง สิ่งกับเหล่านั้นไม่ใช่เพียงแค่เป็นสิ่งที่เป็นามธรรมที่เป็นคำพูดของผู้คนที่ได้จัดเรียงไว้แล้ว แต่เกิดจากผู้นเรียนสรุปเอาเอง ด้วยเหตุนี้ผู้นเรียนจึงจะมีความหมายต่อนักเรียนและจะฝังอยู่ในความทรงจำและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไปนาน

ขบวนการการฝึกการสืบสวนสอบสวนของ ซัทแมน แบ่งออกเป็น ๔ ขั้นตอน คือ การสังเกต และค้นหา (Searching) การรวบรวมและประมวลผลเข้าด้วยกัน (Data Processing) การค้นพบ (Discovery) และการนำเอาสิ่งที่ได้ค้นพบแล้วไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ (Verification)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าวิธีการเรียนการสอนแบบสืบสวนและสอบสวน มีพื้นฐานทางจิตวิทยา ทั้งทางพัฒนาการทางคานสมอง และการคิด ตลอดจนการพัฒนาการทางคานทัศนคติต่อการเรียน ส่งเสริมความเป็นอิสระในขณะที่กำลังเรียน นักใหญ่เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง ด้วยการรู้จักถามเพื่อหาคำตอบในปัญหาที่เกิดขึ้น รู้จักตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐาน สร้างสิ่งกับ และรู้จักนำเอาความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นประโยชน์ในการสร้างสรรค์ให้เกิดของใหม่ขึ้น จากทฤษฎีต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้เอง วิรุทธ วิเชียรโชติ ได้นำมาประยุกต์ตั้งเป็นโครงการทดลองสอนแบบสืบสวน ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น ๓ แบบด้วยกัน (รายละเอียดก็กล่าวมาแล้ว และจะมีกล่าวในบทที่ ๒ อีกครั้งหนึ่ง)

ในการทดลองสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) ครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวแปร ๓ ตัวด้วยกันคือ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน แบบการรับรู้ (Cognitive Styles) และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงตัวแปรตัวที่ ๒ และที่ ๓ ตามลำดับ

๒. ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ (Cognitive Styles)

ในการดำรงชีวิตของคนเราย่อมเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมกรรับรู้ (Cognitive Behavior) อยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะประกอบอาชีพอะไรก็ตาม ทั้งนี้เพราะคนเราย่อมมีการปะทะกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเปรียบเสมือนสิ่งเร้าให้เกิดการรับรู้ตลอดเวลา แต่การรับรู้ของแต่ละบุคคลต่อสิ่งเร้าอย่างใด

อย่างหนึ่งย่อมแตกต่างกันไปบ้าง สกอต (Scott, 1970 : 95 - 102) ได้กล่าวไว้ว่า เนื่องจากสิ่งแวดล้อมที่เราอาศัยอยู่มากมาย ทั้งที่มองเห็นด้วยตาและมองไม่เห็นด้วยตา แต่บุคคลอาจจะ จัดระเบียบ (Organize) สิ่งแวดล้อมโดยใช้ลักษณะใดลักษณะหนึ่งของสิ่งเร้า เป็นแนวในการจัดระเบียบ ตัวอย่างเช่น เมื่อเข้าไปในห้องที่มีเก้าอี้อยู่เต็มห้อง แต่ละคนก็อาจจะจัดแยกวัตถุต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ (ยังมีอย่างอื่นอีกนอกจากเก้าอี้) เขาจะใช้ภาษาเป็นเครื่องหมายประเภทวัตถุเหล่านั้น แต่ละคนยอมจัดหรือแบ่งประเภทแตกต่างกันออกไป จะปรากฏว่าแต่ละคนจะมีลักษณะเฉพาะ เช่น "นี่คือเก้าอี้" "เก้าอี้ทำด้วยไม้" "เก้าอี้หนักมาก" เป็นต้น และตามความเป็นจริง บุคคลแต่ละคน อาจจะใช้วิธีการจัดเข้าพวกแบบเกี่ยวไปตลอดถึงแม้จะให้ทำในเวลาต่างกันก็ตาม จากการสังเกตหลาย ๆ ครั้ง พบว่าแต่ละคนจะมีวิธีการจำแนกสิ่งของเป็นแบบฉบับของตนเอง นั่นคือสรุปได้ว่าการรับรู้ที่เกี่ยวข้องอยู่กับคนเราอยู่ตลอดเวลา เพราะคนเราย่อมปะทะกับสิ่งแวดล้อมอยู่เสมอ เมื่อรับรู้แล้วก็ทำการจัดประเภทของสิ่งเร้าต่าง ๆ เหล่านั้น แบบของการจัดประเภทของสิ่งเร้าของแต่ละคนเป็นแบบฉบับของตนเอง สกอตยังได้อ้างถึง ผลการรายงานของ ซิเกล ว่า แบบ (Style) ของการจำแนกสิ่งของของแต่ละคน จะอยู่ในแบบใดแบบหนึ่งหรือหลาย ๆ แบบใน ๖ แบบซิเกล ได้สร้างเครื่องมือเพื่อวัดดูว่าใครมีแบบการจัดประเภทแบบใดมากที่สุด เป็นสมมติฐานเล็ก ๆ มี ๓๕ ใบ แต่ละใบมีภาพ ๓ ภาพ ซึ่งเป็นภาพที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคยเช่น เก้าอี้ แอปเปิ้ล พริก เรือ มา บ้าน ใหญ่ทดลองทำเลือกภาพมาคนหนึ่ง และให้เขียนเหตุผลให้มากที่สุดว่าทำไมจึงจับภาพนั้น ไม่นั่นที่ความเร็วในการทำไม่เน้นที่การสะกดตัวผิดหรือถูก ความเรียบร้อย เพื่อพยายามที่จะให้เป็นธรรมชาติมากที่สุด เขาได้แบ่งแบบการจำแนกออกเป็น ๖ แบบ คือ

DPW : คือ รายละเอียดในภาพที่มองเห็นได้ เช่น "เลือกภาพ B กับ C เพราะมียอดแหลมเหมือนกัน"

DW : มองเห็นสิ่งเร้าในลักษณะรวมที่เด่น เช่น มีลักษณะเป็นผู้ชาย ปรากฏอยู่อย่างเด่นชัด เช่น "เลือกภาพ B กับ C เพราะทั้งคู่เป็นผู้ชายเหมือนกัน"

R : มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้า เช่น "เลือก B กับ D เพราะคนกับเพลิงขบรอกับเพลิง"

- C₁ มองเห็นสิ่งเร้าในรูปของประโยชน์ใช้สอย เช่น "เลือก B กับ C เพราะฟังก์ชันที่รับใช้สาธารณชน"
- C₂ มองเห็นสิ่งเร้าในรูปของการจัดเข้าพวก เช่น "เลือก B กับ C เพราะเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม"
- C₃ มองเห็นสิ่งเร้าในรูปของการแสดงพฤติกรรมเหมือนกัน เช่น "เลือก B กับ C เพราะทำงานเหนื่อย"

DPW = Descriptive, Part - Whole

DW = Descriptive Whole

R = Relational - Contextual

C₁ = Categorical Functioning

C₂ = Categorical, Class - naming

C₃ = Categorical, Attribute

นอกจากนี้ ธงชัย ชิวปรีชา (๒๕๑๓) ได้กล่าวถึงการแบ่งแบบการรับรู้ (Cognitive Styles) ของซุกแมน โดยแบ่งอย่างกว้าง ๆ ออกเป็น ๓ แบบ ดังนี้ คือ

๑. การรับรู้แบบวิเคราะห์ (Analytical Style) คือการรับรู้ที่เลือกเอาสิ่งที่ปรากฏอยู่ในสิ่งเร้าเป็นเกณฑ์ เช่น การมองเห็นส่วนย่อย ขนาดรูปร่าง สี อากาารเหมือนกันในสิ่งเร้า ๒ ชนิด หรือมากกว่านี้ ส่วนใหญ่การรับรู้แบบนี้มักรับรู้สิ่งเร้าในรูปของส่วนย่อยมากกว่าส่วนรวม แล้วอาศัยส่วนย่อยต่าง ๆ เหล่านั้นมาประกอบกัน เพื่อที่พบในงานวิจัยในสังคมอเมริกัน การรับรู้แบบนี้เน้นการรับรู้ของแต่ที่มีอารมณ์มั่นคง มองสิ่งต่าง ๆ โดยไม่ถือตนเป็นใหญ่ (Objective) เป็นการรับรู้ที่เป็นพื้นฐานที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาแบบวิทยาศาสตร์

๒. การรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Style) เป็นแบบการรับรู้ที่เกิดจากการมองหาความสัมพันธ์ในสิ่งเร้า ๒ ชนิดขึ้นไป โดยอาศัยความสัมพันธ์กันด้วยหน้าที่ สถานที่ และหรือเวลา เป็นแบบการรับรู้ที่พยายามเชื่อมโยงสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กันโดยจะรับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ ในรูปของส่วนรวม เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าเหล่านั้น เป็นการรับรู้ที่มองสิ่ง

ต่าง ๆ โดยถือตนเองเป็นใหญ่ (Subjective)

๓. แบบการรับรู้แบบจำแนกประเภท (Categorical Style) เป็นแบบการรับรู้ที่พยายามจัดสิ่งเร้าออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามความรู้หรือประสบการณ์ที่เคยได้รับมา โดยไม่คำนึงถึงข้อเท็จจริงที่ปรากฏในสิ่งเร้านั้นแต่อย่างใด

นอกจากนี้ ชงชัย ชิวปรีชา (๒๕๑๓) กมล ภูประเสริฐ (๒๕๑๓) และ จำรัส นองมาก (๒๕๑๓) ได้ร่วมกันสร้างแบบทดสอบวัดการรับรู้ของบุคคลแต่ละคน โดยดัดแปลงมาจากข้อทดสอบแบบการรับรู้ของ เคเกล มอสส์ และ ชีเกล ซึ่งประกอบด้วยกระดาษ ๔" x ๖" ในกระดาษแต่ละแผ่นจะมีภาพลายเส้นขาวดำแผ่นละ ๓ ภาพ วิธีการทำแบบทดสอบทำโดยให้ผู้รับการทดสอบพิจารณาเลือกเอาภาพ ๒ ภาพ ที่ตนเองเห็นว่าพอจะไปด้วยกันได้หรือเข้ากันได้ พร้อมกับให้เหตุผลประกอบควาว่า เหตุใดจึงเลือกเอา ๒ ภาพนั้น จากเหตุผลที่เขาให้มานั้น จะสะท้อนให้เห็นว่าเขาใช้แบบการรับรู้แบบใด ซึ่งตามปรกตินักวิจัยจะใช้แบบการรับรู้ทั้ง ๓ แบบ แต่ในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ในการวิจัยทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบแบบการรับรู้ฉบับนี้เป็นเครื่องมือวัดแบบการรับรู้ของนักเรียนที่ใช้ทดลองสอนด้วย

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าในขณะที่ทำการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถามนั้นนักเรียนที่รับการสอนจะต้องเกี่ยวข้องกับกรรับรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูจัดให้ และจะใช้แบบการรับรู้ทั้ง ๓ แบบ ดังกล่าวแล้วอยู่ตลอดเวลา เพราะฉะนั้นจึงน่าจะลองศึกษาว่า หลังจากที่ได้ทดลองสอนไปแล้ว ๒ เทอม นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม กับได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว จะมีแบบการรับรู้ในแต่ละแบบ แตกต่างกันหรือไม่มากน้อยเพียงใด ผู้วิจัยมีความเชื่อว่ววิธีการสอนที่แตกต่างกัน น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้แบบการรับรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนในแต่ละแบบด้วย ทั้งนี้ เพราะการใช้แบบการรับรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนที่แตกต่างกันนั้น เกี่ยวข้องอยู่กับการให้รู้จักหาค้าง เกิดสถานการณ์อันใดอันหนึ่งให้ละเอียด ให้อธิบายเหตุผลที่สังเกตได้มาประมวลกันเขาให้เป็นระบบ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

๓. ทฤษฎีและ เอกสารที่เกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ในการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นถ้าจะให้สมบูรณ์ ต้องสอนให้นักเรียนได้รับส่วนสำคัญ

ทั้ง ๓ อย่าง คือ

๑. เนื้อหาวิทยาศาสตร์

๒. วิธีการและกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้ (Thinking and Learning Process)

๓. ทักษะทางวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา สิ่งที่เราควรเน้นมากก็คือ ขบวนการคิดและค้นคว้าหาความรู้ในทางวิทยาศาสตร์ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นที่สุดสำหรับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน จะทำให้บุคคลที่มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทำงานอยู่ร่วมกับสังคมที่เป็นประชาธิปไตยได้อย่างดี และนักวิทยาศาสตร์การศึกษา (Science Educator)ทั้งหลายต่างก็ยอมรับว่าทักษะทางวิทยาศาสตร์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญมากอย่างหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะฉะนั้นเราควรที่จะรูว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ของทักษะทางวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง ไคเดอร์ (Andersen, 1969 : 40 - 43) ได้แบ่งองค์ประกอบทักษะทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น ๒๐ องค์ประกอบดังนี้คือ

๑. มีความสงสัยและไม่เชื่อในสิ่งต่าง ๆ พันทิทัศน์ (Scepticism) ส่วนใหญ่ความคิดของเรานั้นมักจะอยู่ในรูป "ทุกคนรู้ว่าการที่ Y เกิดขึ้นได้ เพราะ X เป็นจริง" แต่ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่มีทักษะทางวิทยาศาสตร์จะต้องสงสัยและถามว่า "เรารู้ได้อย่างไรว่า X เป็นจริงเสมอ"

๒. มีความเชื่ออยู่ในใจเสมอว่าจะต้องมีทางที่จะแก้ปัญหาได้ (Faith in the Possibility of Solving Problems) คนส่วนมากเชื่อว่ามนุษย์เราไม่สามารถจะแก้ปัญหาได้ และปล่อยให้มันเป็นไปตามธรรมชาติ เช่น ความเจ็บป่วย ความทุกข์ยาก สงคราม เป็นต้น แต่นักวิทยาศาสตร์จะมีแนวโน้มที่จะมองสิ่งเหล่านี้เป็นปัญหาที่เขาสามารถที่จะแก้ได้ ถึงแม้จะต้องเสียเวลาบ้างก็ตาม สิ่งที่สำคัญ คือ ต้องมองสิ่งเหล่านี้ว่าเป็นปัญหาได้ก่อนนั่นเอง

๓. มีความปรารถนาที่จะทดลองตรวจสอบสิ่งที่ได้พิสูจน์มาแล้วว่าจริงในสถานการณ์อื่น ๆ อีก (Desire for Experimental Verification) สามัญชนโดยทั่วไปเมื่อตัดสินใจเชื่อแล้วว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นจริงแล้วก็ไม่ต้องการค้นคว้าเพิ่มเติมอีก นอกจากว่าจะมีข้อขัดแย้งในสิ่งนั้นเท่านั้น แต่นักวิทยาศาสตร์นั้นยังต้องการที่จะเสนอแนวคิดที่จะทดลองพิสูจน์ความจริงอันนั้นอีกต่อไป เขาจะไม่ยอมหยุดอยู่แค่นั้นที่ได้แค่เพียงแคบ ๆ เท่านั้น

๔. ต้องการความละเอียดชัดเจน (Precision) นักวิทยาศาสตร์นั้นยอมจะทนไม่ได้ หรือจะไม่ยอมรับสิ่งที่ยังคลุมเครือไม่กระจ่างชัด

๕. พอใจในสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ (A Liking for New Things) คนส่วนใหญ่ชอบที่จะรักษาของเก่าเอาไว้ แต่นักวิทยาศาสตร์นั้นจะยอมรับของใหม่อยู่เสมอ ถ้าของใหม่เหล่านั้น ดีมีค่า มีเหตุผลเพียงพอ

๖. มีความตั้งใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนเองอยู่เสมอ (Willingness to Change Opinions) คนส่วนมากไม่ค่อยยอมยกเลิกหรือเปลี่ยนแนวคิดเดิมของตน โดยเฉพาะถ้าเขาถือว่าเป็นความคิดที่ฉลาดแล้วหรือเป็นสิ่งที่หายาก นักวิทยาศาสตร์ก็มีแนวคิดเช่นนี้เหมือนกัน แต่นักวิทยาศาสตร์นั้นพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนเองอย่างเต็มที่ถ้าเขาพบว่าสิ่งนั้นเชื่อถือได้และขัดแย้งกับแนวคิดเดิม เพราะเขาคืออยู่เสมอว่า ถ้าเขาทำอย่างนั้นแล้วเขาจะได้รับความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ การที่ยึดถืออยู่แต่แนวคิดเดิมอย่างเดิมเขาจะไม่ได้รับความรู้ใหม่ ๆ เลย

๗. มีความถ่อมตัว นักวิทยาศาสตร์นั้นเชื่อว่าเขารับบางสิ่งบางอย่าง เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และจะพยายามมองสิ่งเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่คนอื่น ๆ มองข้ามไปอยู่เสมอ

๘. มีความซื่อสัตย์ต่อความจริง นักวิทยาศาสตร์จะซื่อสัตย์ต่อความจริงเสมอ จะไม่พยายามบิดเบือนความจริง เพื่อที่จะหลอกลวงคนอื่น ๆ เป็นอันขาด

๙. เป็นผู้มีใจเป็นกลาง (An Objective Attitude) ยอมรับในความจริงอย่างมีเหตุผล

๑๐. ไม่เชื่อในโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ (Aversion to Superstition)

๑๑. ชอบที่จะรับฟังการบรรยายเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Liking for Scientific explanation) ถึงแม้จะเป็นเรื่องที่ไม่มีใครบรรยายมาก่อนก็ตาม

๑๒. มีความต้องการที่จะทำให้ความรู้ต่าง ๆ ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น (Desire for Completeness of Knowledge) นักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปจะพยายามที่จะกระตุ้นเตือนตัวเองเพื่อทำให้ความรู้ของเขาในสาขาวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ที่สุด สิ่งใดที่ขาดตกบกพร่องจะทำให้เขารู้สึกไม่สบายใจ

๑๓. เป็นผู้ที่ไม่ยอมตัดสินใจสิ่งใดอย่างรวดเร็ว (Suspended Judgment) นักวิทยาศาสตร์จะพยายามอย่างมากที่จะไม่แสดงความเห็นในประเด็นปัญหาต่าง ๆ จนกว่าเขาจะได้ตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วนแล้ว

๑๔. สามารถจะแยกความแตกต่างระหว่างสมมุติฐานกับคำตอบของปัญหา (distinguishing between hypothesis and solutions) นักวิทยาศาสตร์เมื่อแก้ปัญหา เขาจะไม่สรุปผลอย่างรวดเร็ว ความคิดครั้งแรกที่ค้นพบอาจจะ เป็นเพียงแค่สมมุติฐานเท่านั้น ยังไม่ใช่คำตอบที่สมบูรณ์ทีเดียว จะยอมรับว่าเป็นคำตอบของปัญหาได้ก็ต่อเมื่อได้ทดลองดูตาม สภาวะต่าง ๆ กันจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้เท่านั้น

๑๕. มีความเข้าใจในข้อตกลงเบื้องต้นต่าง ๆ (Awareness of Assumptions) คือต้องยอมรับว่าการตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ต้องเกี่ยวข้องกับข้อตกลงเบื้องต้น นั่นคือเขาจะต้อง พยายามเข้าใจและทำให้ข้อตกลงเบื้องต้นนั้นชัดเจน และเลือกเอาที่จำเป็นจริง ๆ เท่านั้น

๑๖. รู้จักตัดสินว่าหลักสำคัญทั่ว ๆ ไปมีอะไรเป็นพื้นฐาน (Judgment of What is Fundamental and General Significances) นั่นคือเขาจะพยายามค้นคว้าอธิบาย ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีหลัก (Principle) อย่างไร และมีพื้นฐานมาจากอะไร

๑๗. มีความเชื่อถือในโครงสร้างทฤษฎี (Respect for Theoretical Structures) นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับว่าทฤษฎีต่าง ๆ นั้นเป็นการ สะสมความจริงต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน จนสร้างขึ้นมาเป็นทฤษฎีได้ และทฤษฎีที่เขาจะยอมรับจะต้องสามารถนำมาปฏิบัติได้

๑๘. ยอมรับเทคนิคการวิเคราะห์ที่เรียกว่า Quantitative Analysis มาใช้วิเคราะห์ ข้อมูลต่าง ๆ ในทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์แบบนี้มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

๑๙. ยอมรับทฤษฎีความน่าจะเป็น (Acceptance of Probability) คือในการแก้ปัญหา หรือตรวจสอบคนหากคำตอบ นั่นคือ ยอมรับว่าวิชาสถิติเป็นวิชาที่สำคัญในทางวิทยาศาสตร์

๒๐. ยอมรับข้อสรุปที่มีเหตุผล (Acceptance of Warranted Generalization) เพื่อข้อสรุปต่าง ๆ นั้นได้มาจากผลงานวิจัย

จากที่กล่าวมาแล้วพอจะสรุปได้ว่า ผู้ที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้นก็คือผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม เป็นคนมีเหตุผล มีการตัดสินใจอย่างไตร่ตรอง ไม่เห็นพ้องปนแค้น เป็นคนมีจิตใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น คิดวิพากษ์วิจารณ์อยู่เสมอ มีความซื่อสัตย์ รู้จักถ่อมตัว ไม่เชื่อใครง่าย ๆ พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่ ยอมรับ ความจริงที่สามารถพิสูจน์ได้ มีความละเอียดละออ นั่นคือก่อนที่จะสอนให้เด็กทัศนคติที่ดีในทาง วิทยาศาสตร์ ก็จำเป็นที่จะต้องรู้ลักษณะเหล่านี้เสียก่อน ดังที่ แอนเดเซน (Andersen, 1969 :

196 - 204) ได้อ้างถึงวิธีสอนให้เกิดทัศนคติของ คลอสเมียร์ (Klausmeier) ไว้ว่า ทัศนคติที่จะสอนนั้นต้องชี้ให้เห็นว่า คืออะไร มุ่งประกอบอะไรบ้าง จะต้องเข้าใจความหมายอย่างแจ่มชัด และการที่จะให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เราจำเป็นต้องให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น คือต้องมีวัตถุ (Object) อะไรสักอย่างหนึ่งจัดให้กับนักเรียน ในการสอนให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น Object ในที่นี้คือ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องมีในกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process) ซึ่งมีดังนี้ คือ

๑. รู้สึกว่าเกิดปัญหาและปัญหานั้นทำให้เกิดสงสัย
๒. มีความเข้าใจในปัญหาอย่างแจ่มแจ้ง
๓. ต้องตั้งสมมุติฐานได้
๔. ต้องสามารถให้เหตุผลในการตั้งสมมุติฐานได้และมีเหตุผลที่จะทดสอบคุณสมมุติฐานนั้น และมีเหตุผลในการวางแผนตรวจสอบสมมุติฐานได้
๕. ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล
๖. ต้องมีการจัดกระทำข้อมูลและแปลความหมายของข้อมูล
๗. ต้องสามารถที่จะสรุปผลได้
๘. ต้องสามารถที่จะเผยแพร่ผลการค้นคว้าให้คนอื่นได้เข้าใจ

ในการสอน เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องทำให้นักเรียนเข้าใจในแต่ละขั้นดังกล่าวได้อย่างแจ่มแจ้ง และมองเห็นความสัมพันธ์ของขั้นต่าง ๆ และมองเห็นความสัมพันธ์ของพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

นอกจากนี้ ไอเคน (Aiken 1969 : 295 - 305) ได้อ้างถึงข้อเสนอแนะวิธีการสอนให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลหลายท่าน เช่น - เคอร์ทิส ได้อภิปรายเรื่องการใช้ศูนย์รวมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ กลองปริศนาทางวิทยาศาสตร์ (Science interest box) และปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนได้ใช้ความคิด แก้ปัญหา เหล่านี้เป็นเทคนิคที่จะช่วยให้นักเรียนมีทัศนคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเด็กนักเรียนในชั้นประถม เบอร์นาทวิส และ เคย์ ได้อธิบายว่า การใช้กลองคำที่ปิดมิดชิด

(Sealed Black Box) มีรูเล็ก ๆ ให้สังเกต และมีวัตถุต่าง ๆ ใส่ไว้ข้างใน เป็นวิธีการสอนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยยอคี คือ ทำให้เข้าใจความแตกต่างระหว่างทฤษฎี และสิ่งที่สังเกตพบ ให้รู้จักการใช้ความจริงต่าง ๆ (Facts) มาใช้เป็นประโยชน์ในการคิด และทำให้ความสามารถในการที่จะสรุปอย่างมีเหตุผลอ้างอิงโดยใช้ความจริงต่าง ๆ เป็นสิ่งช่วยเป็นต้น

จากที่กล่าวมาแล้วในเรื่องทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนควรจะมีสำคัญในการที่จะช่วยพัฒนาทัศนคติที่ดีในทางวิทยาศาสตร์ด้วยทางหนึ่ง ผู้วิจัยมีความสนใจในเรื่องนี้ จึงได้เลือกตัวแปรทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาเกี่ยวกับการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้นำด้วย เพื่อคุณผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนชั้นประถม

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทดลอง

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับพัฒนาการทางด้านการสร้างสัณกับและปริมาณการถาม

คำถาม

ซุกแมน (Suchman, 1962 : 90 - 113) ได้ทำการทดลองการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในนักเรียนระดับชั้นประถม โดยใช้เด็กเกรด ๕ และเกรด ๖ และได้วางโครงการทดลองการสอนเป็นชั้น ๆ ดังนี้

๑. ปรับปรุงวัสดุและวิธีการต่าง ๆ ที่จะใช้ในการฝึกการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
๒. เตรียมครูที่จะใช้วิธีการ สอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้เวลาเตรียมตัว ๘ สัปดาห์ และมีโอกาสสังเกตและฝึกสอนด้วยตนเอง คนละ ๒ ครั้ง
๓. ทดลองสอนนักเรียนในเกรด ๕ และ เกรด ๖ ด้วยครูที่ฝึกเตรียมไว้ โดยใช้เวลาสอน ๒๔ สัปดาห์ สัปดาห์ละ ๑ หรือ ๒ ชั่วโมง และวิธีการดำเนินการ สอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ซุกแมน ได้แบ่งเวลา ภายใน ๑ ชั่วโมงออกเป็น ๓ ตอน ด้วยกันดังนี้

ก. ตั้งปัญหา อาจจะเป็นภาพยนตร์ แผนภาพ หรือปฏิบัติการจริง ๆ ก็ได้ ซึ่งเหตุการณ์นั้นจะเป็นที่ขัดแย้งอยู่ในตัวเสมอ (Discrepant Event) จะเว้นช่วง (Gap)

สำหรับนักเรียนให้เกิดความคิดที่จะสอบสวนหาความจริง เช่น ลูกกลมเหล็กเมื่อได้รับความร้อน ลอดหวางแหวนไม่ได้ แต่เมื่อทิ้งให้อยู่ในอุณหภูมิธรรมดาสอดหวางแหวนได้ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกัน

ข. ตอนซักถาม ตอนนี้นักเรียนจะตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องในตอนหนึ่งประมาณ ๓๐ นาที ครูจะตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ (Yes or No) เท่านั้น การที่ตอบเช่นนั้น ชิคแมน เชื่อว่าเป็นการควบคุมขบวนการความคิดแบบสืบสวนสอบสวน คำถามจะสิ้นสุดลงก็ต่อเมื่อนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ แต่ถ้าคำถามของนักเรียนไม่ครอบคลุมครูจะกระตุ้นโดยพูดว่า "สิ่งนั้นขึ้นอยู่กับ..." และ "บอกให้มากกว่านั้น"

ค. ครูวิพากษ์วิจารณ์ว่าควรปรับปรุงการถามอย่างไร บางครั้งอาจจะเปิดให้ฟังในสิ่งที่ถามมาแล้ววิจารณ์ว่า ตอนใดไม่เหมาะสมและตอนใดดีเป็นต้น

๔. เป็นการทดสอบเพื่อวัดผลของการฝึกการสืบสวนสอบสวน นำคะแนนที่วัดได้จากกลุ่มทดลอง ซึ่งสอนโดยวิธีสืบสวนสอบสวน และ กลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

๑) คะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยข้อทดสอบ C.T.M.M. (The California Test of Mental Maturity 1957 - S - Form for Elementary Grades) และ P.C.E. (Predict - Control - Explain Test) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อน และหลังจากการสอน ๒๔ สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่าง ๆ ด้วยการใช้การวิเคราะห์ความแปรผันร่วม (Analysis of Covariance) คะแนนจากข้อทดสอบ P.C.E. ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนจากข้อทดสอบ C.T.M.M. เป็นตัวควบคุม ปรากฏว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับโรงเรียนเพียง ๒ โรงเรียน (ตอนแรกใช้กลุ่มตัวอย่าง ๕ กลุ่มจาก ๕ โรงเรียน) ที่เลือกสุ่มมาอย่างดี (Complete Randomization) ปรากฏว่าคะแนน P.C.E. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มทดลองมีคะแนน P.C.E. มากกว่ากลุ่มควบคุม (มีนัยสำคัญที่ .๐๕)

สรุปได้ว่า ผลของการฝึกการสืบสวนสอบสวน ต่อพัฒนาการทางด้านการสร้างสิ่งกันนั้น ดีเท่าการสอนแบบเดิม เมื่อวัดด้วยข้อทดสอบ P.C.E. และการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า

ขบวนการฝึกการสืบสวนสอบสวนไม่ได้ทำให้การเรียนรู้หลักเกณฑ์ในทางกายภาพ (Physical Principle) ลดน้อยลงเลย

๒. ใช้ Questest เพื่อวัด ผล (Product) ของการฝึกการสืบสวนสอบสวน
Questest เป็นข้อทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดว่าผู้เรียนรู้อะไรไปบ้าง เมื่อฝึกการสืบสวนสอบสวน มีด้วยกัน ๓ ด้าน (Dimension) คือ

ก. Product Test A เป็นข้อทดสอบวัดความสามารถในการนำเอาความรู้ไปใช้ (Apply) ในเนื้อหาใหม่ ๆ หรือกฎใหม่ ๆ เป็นข้อทดสอบที่เป็นภาพยนตร์ ผลปรากฏว่า ความเปลี่ยนแปลงโดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นจากเดิมทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม โดยใช้คะแนน Pre - test เป็นตัวควบคุม ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข. Product Test B เป็นข้อทดสอบวัดความสามารถที่จะค้นพบ Necessary Conditions ของสถานการณ์ทางกายภาพที่เกิดขึ้น ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างหลังจากทำการฝึกสอนแล้ว

ค. Product Test C เป็นข้อทดสอบวัดความสามารถทางด้านการชี้เฉพาะ (Identifies) วัตถุ เงื่อนไข (Conditions) และสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการถามไต่คดีเพียงใด แบบทดสอบฉบับนี้มี ๒ Subset คือ Observables และ Non - Observable ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำได้โดยแยกทีละ Subset และรวม ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

๓. ผลของการฝึกการสืบสวนสอบสวนที่มีต่อขบวนการสืบสวนสอบสวน โดยใช้ข้อทดสอบ Questest เช่นกัน โดยใช้ข้อมูลจากการบันทึกคำถามให้กลุ่มทดลอง แต่ละคนมีเวลาในการถามคนละ ๒๕ นาที แล้วบันทึกในเทป หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ โดยแยกคะแนนออกเป็น ๒ อย่าง ดังนี้

ก. จำนวนคำถาม (Fluency) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ .๐๐๐๑ นั่นคือ กลุ่มทดลอง ตั้งคำถามได้มากกว่ากลุ่มควบคุม มากกว่า ๕๐ %

ข. จำนวนคำถามแยกตามชนิด (Question - type Frequencies) ได้

แยกชนิดคำถามเป็น ๒ ประเภท คือ

ก) Verification คำถามประเภทนี้ไ้แยกออกเป็น ๒ Subtypes คือ คำถามแบบ Categorical และ Analytical ผลปรากฏว่าเมื่อแยกแต่ละประเภท และรวมทั้ง ๒ ประเภทของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะคำถามประเภท Analytical ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีจำนวนคำถามมากเป็น ๒ เท่าของกลุ่มควบคุม

ข) Implication คำถามประเภทนี้แยกเป็น ๒ Subtypes คือ Abstract - Conceptual และ Concrete - Inferential ผลปรากฏว่าเมื่อแยกแต่ละประเภท และรวมทั้ง ๒ ประเภทของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

การ สอนแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบการรับรู้

สกอต (Scott, 1970 : 95 - 102) ได้ศึกษาทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน ทดลองกับเด็กเกรด ๕, และ ๖ ที่เมือง Detroit ศึกษาเปรียบเทียบในโรงเรียนเดียวกัน กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ ได้รับการจัดให้พักเดียวกันในเรื่องเพศ ระดับทางเศรษฐกิจและสังคม และผลสัมฤทธิ์หรือสมรรถภาพทางสมอง ส่วนเด็กเกรด ๗ ทำในโรงเรียน Junior High School ที่มีเชื้อชาติ (Racial) Ethnic Background และ Achievement Rating เหมือน ๆ กัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวนกลุ่มละ ๕๕ คนเท่ากัน จัดแปรตามเป็นแบบ การรับรู้และจำแนกสิ่งของซึ่งมี ๖ แบบ ด้วยกัน ทดสอบโดยใช้ข้อทดสอบเป็นสมุดเล็ก ๆ มี ๓๕ แผ่น ในแต่ละแผ่นมีภาพ ๓ ภาพที่คุ้นเคย เช่น แก้วน้ำ แอปเปิ้ล ให้แต่ละคนเลือกภาพมาคนหนึ่ง และเขียนเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกเช่นนั้น ให้จับคู่และให้เหตุผลให้มากที่สุด เป็น Power Test การทดลองสอนนั้นได้เริ่มสอนในเดือนกันยายนปี ๑๙๖๒ ถึงเดือนมิถุนายน ปี ๑๙๖๔ ในระหว่างทำการสอนมีการทดสอบ ๓ ครั้ง คือ ก่อนสอน หลังจากสอน ในเดือนมิถุนายน ปี ๑๙๖๔ และทดสอบครั้งสุดท้ายก่อนเลิกทำการสอน ทดสอบความแตกต่างโดยใช้ Chi - Square ทดสอบ ผลปรากฏว่าก่อนทำการสอนคะแนน DPW (Descriptive, Part - Whole) ของกลุ่มควบคุมมี มิเคียน สูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๕ ($X^2 = 4.06$) การทดสอบครั้งที่ ๒ ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีคะแนน มิเคียน สูงกว่ากลุ่มควบคุมในการรับรู้และ จำแนกค่า DPW, C_3 (Categorical, Attribute) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดสอบ

ครั้งสุดท้าย แบบการรับรู้และการจำแนกในด้าน DPW, C₃ ของกลุ่มทดลองยังคงมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ สกอต ยังกล่าวอีกว่า เพราะว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ได้พยายามให้นักเรียนคุ้นเคยกับวิธี Analytical Approach to Problems และมีเหตุผลพอสมควรที่จะกล่าวว่าเด็กกลุ่มทดลองต้องเกี่ยวข้องกับส่วนย่อยรายละเอียดของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่รจัดให้อยู่ตลอดเวลา ผลการศึกษาจึงออกมาดังปรากฏ คือ มีแบบการรับรู้แบบวิเคราะห์ได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม

อรรถัย เศรษฐสุลักโก (อรรถัย เศรษฐสุลักโก, ๒๕๑๔ : ๖๐ - ๖๓) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน (Inquiry) และกับรับรู้แบบต่าง ๆ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปีการศึกษา ๒๕๑๓ โรงเรียนคอนเฒ่าชัยคอนเฒ่าสามเสน พระนคร

จำนวน ๑๒๗ คน ชาย ๕๕ คน หญิง ๗๒ คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ไม่มีความสัมพันธ์กับการรับรู้แบบวิเคราะห์ และการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างมีนัยสำคัญระดับ .๐๕ และเมื่อคำนึงถึงแบบการรับรู้เป็นเกณฑ์ ปรากฏว่านักเรียนที่มีแบบการรับรู้ต่าง ๆ กัน คือ มีแบบการรับรู้แบบวิเคราะห์ การรับรู้แบบวิเคราะห์ การรับรู้แบบจำแนกประเภท และการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ มีความคิดแบบสืบสวนพอ ๆ กัน

โรสแมน (Rosman 1966 : 2126 - 2127) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบความแตกต่างในพฤติกรรมความคิด (Cognitive Behavior) ของเด็ก และมุ่งศึกษาการรับรู้แบบวิเคราะห์ (Analytic Style) ของเด็ก คือในการรับรู้แล้วเด็กสามารถจะแยกแยะสิ่งเร้าออกเป็นส่วนย่อยได้ ใช้นักเรียน เกรด ๑, ๓๒ คน เกรด ๒, ๓๐ คน สังเกตกลุ่มตัวอย่าง ๒ ครั้ง ครั้งละ ๑ ชั่วโมง แล้วสังเกตนักเรียนเกรด ๑ อีก ๒๗ คน เกรด ๒ อีก ๒๕ คน ต่ออีก ๑ ครั้ง ในการสังเกตชั่วโมงแรกใช้เครื่องมือวัดการรับรู้แบบวิเคราะห์ ๓ ชุด คือ Hidden Figure Test มีลักษณะเหมือนกับ Witkin Embedded Figure Test นอกจากนี้ก็ยังใช้ Concept Formation Test และ Word Association Test ในภาพสังเกตในชั่วโมงที่ ๒ ใช้ Stimulus Preference Test และข้อทดสอบอื่น ๆ อีก ๔ ชุด มี Wechsler Intelligence Scale (สำหรับเด็ก) มีข้อทดสอบที่เป็นคำศัพท์ (Vocabulary) ข้อทดสอบให้ประกอบรูปภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion) และการจัดลำดับภาพ Picture

Arrangement) เมื่อนำคะแนนแบบการรับรู้แบบการวิเคราะห์มาหาความสัมพันธ์แล้วปรากฏว่านักเรียนเกรด ๒ จะรับรู้และจัดประเภทแบบวิเคราะห์ได้ดีเท่านักเรียนเกรด ๑ และคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์จะสัมพันธ์กันในทางบวกกับคะแนนจากข้อทดสอบให้ประกอบรูปภาพให้สมบูรณ์ และการจัดภาพใหม่แต่ไม่สัมพันธ์กับ Verbal Test สรุปผลได้ว่าการรับรู้แบบวิเคราะห์ของนักเรียนมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามอายุ และแสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างระหว่างการรับรู้แบบวิเคราะห์ของนักเรียน แต่ละคนยังไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันก็ได้ การรับรู้แบบวิเคราะห์ของเด็กที่แสดงออกจากเครื่องมือที่วัดได้ครั้งนี้ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมที่แสดงออกต่อสิ่งเรามากกว่าที่จะเป็น เพราะความสามารถทางคำ ภาษา สัญญลักษณ์ต่าง ๆ (Verbal Ability) และจากผลงานวิจัยได้สนับสนุนสมมุติฐานที่ว่า พวกที่มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์จะเป็นคนที่ทำงานใจเร็ว หุนหันกว่าพวกที่มีแบบการรับรู้แบบวิเคราะห์

จากผลงานวิจัยครั้งนี้จะแสดงว่า การรับรู้แบบวิเคราะห์มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งค้านกับที่ อรรถสิทธิ์ เสริมรุกข์โก ได้ศึกษาและพบไว้ จากการศึกษาของสกอต ก็ยืนยันว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผลทำให้เด็กนักเรียนมีการรับรู้แบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้นดังที่กล่าวมาแล้ว

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบหลายอันที่ศึกษาผลความแตกต่างของการสอนแบบเดิม (Traditional) กับการสอนแบบใหม่ (Modern) ในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น

คาห์น (Aiken and Aiken, 1969 : 295 - 305) ได้ทดลองวิธีการที่จะช่วยพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับเด็กเกรด ๗ และเกรด ๘ โดยการสอนด้วยวิธี Current Events Approach ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าถึงแม้การสอนด้วยวิธี Current Events Approach เด็กกลุ่มทดลองจะมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่กลุ่มทดลอง มีความต้องการที่จะทดสอบสิ่งต่าง ๆ มากกว่า มีความต้องการการสังเกตอย่างรอบคอบมากขึ้น ปฏิเสธที่จะเชื่อในเรื่องสิ่งศักดิ์สิทธิ์และโชคลาง มีการเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นส่วนตัวมากขึ้น ไม่พยายามสรุปสิ่งหนึ่งสิ่งใดเมื่อมีข้อมูลน้อยมาก

ซาเรน (Aiken and Aiken, 1969 : 295 - 305) ได้เปรียบเทียบการสอนแบบ Open - ended (Inductive Approach) กับการสอนแบบเดิม (Deductive Approach) ในการสอนในห้องปฏิบัติการในวิชาเคมี โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขาวิทัศนคติกับนักเรียนพวกนี้ จำนวน ๒๖๕ โดยวิธีอภิปรายรวมกันนักเรียนและครูที่สอนนักเรียนพวกนี้ และให้ทำแบบสอบถาม ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อการสอนแบบ Inductive Approach มากกว่า เพราะการสอนแบบนี้ทำให้เขารู้จักการคิด มีความรู้สึกว่าเขาเป็นนักเคมีจริง ๆ ให้อิสระในการเรียนค้นคว้าอย่างดี และท้าทายความสนใจของเขาอย่างมาก ทำให้รู้สึกสนุกตื่นเต้น และเป็นวิธีช่วย ได้ดีกว่าการสอนแบบเดิม

ซาเน (Aiken and Aiken, 1969 : 295 - 305) ได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถที่จะสอนและมีการเรียนรู้กันได้ ได้เสนอวิธีที่จะช่วยปรับปรุงองค์ประกอบ ๔ อย่างของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ไม่ตัดสินใจในสิ่งใด ๆ ลงไปทันที เป็นคนใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ๆ อย่างมีเหตุผล มีจิตใจเป็นนักวิจารณ์อยู่เสมอ มองการไกล มีความซื่อสัตย์ต่อสติปัญญาของตนเองและผู้อื่น รู้จักอดทน เขากล่าวเป็นตัวอย่างว่า "ความอยากรู้อยากเห็น" สามารถจะกระตุ้นได้โดยให้นักเรียนพบกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแต่ยังไม่รู้คำตอบของปัญหานั้น "ความมีเหตุผล" สามารถจะพัฒนาได้โดยให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ ซึ่งต้องพิสูจน์ด้วยการใช้เหตุผล มากกว่าที่จะอธิบายด้วย สิ่งศักดิ์สิทธิ์หรือโชคกลาง เป็นต้น

จากทฤษฎีและผลงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งนี้เพราะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เราเน้นที่ขบวนการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้รู้จักรวบรวมข้อมูล ทั้งสมมุติฐาน อธิบายสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล สนับสนุนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโต้แย้ง และยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ไม่พยายามให้นักเรียนเชื่อในคำตอบคำอธิบายของคนอื่นง่าย เป็นต้น เป็นวิธีการฝึกให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีทางหนึ่ง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษานผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยทางหนึ่ง

สมมติฐานในการศึกษาทดลอง

เมื่อพิจารณาจากทฤษฎี เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการศึกษาทดลองไว้ดังนี้

๑. การคิดแบบสืบสวนสอบสวนจะมีความสัมพันธ์กับการรับรู้ ดังต่อไปนี้คือ
 - ๑.๑ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
 - ๑.๒ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
 - ๑.๓ มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
๒. การคิดแบบสืบสวนสอบสวน จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
๓. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จะมีความสัมพันธ์กับแบบการรับรู้ ดังต่อไปนี้
 - ๓.๑ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
 - ๓.๒ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
 - ๓.๓ มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
๔. ศึกษาพัฒนาการของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อเปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน
 - ๔.๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้นำมา จะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
 - ๔.๒ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำมา จะมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๓ นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เหมือนกันซึ่งเป็นผลมาจากได้รับการสอนแบบเดิม

๔.๔ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถามน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๕ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถามน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๖ นักเรียนกลุ่มควบคุม น่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เหมือนกัน ซึ่งเป็นผลมาจากได้รับการสอนแบบเดิม

๔.๗ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถามน่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๘ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถามน่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๙ นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เหมือนกัน ซึ่งเป็นผลมาจากได้รับการสอนแบบเดิม

๔.๑๐ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถามน่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทสูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๑๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถามน่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภท สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๑๒ นักเรียนกลุ่มควบคุมจะมีการ รับรู้แบบจำแนกประเภทสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เหมือนกัน ซึ่งเป็นผลมาจากได้รับการสอนแบบเดิม

๔.๑๓ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม น่าจะมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๑๔ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๔.๑๕ นักเรียนกลุ่มควบคุมจะมีการ รับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เหมือนกัน ซึ่งเป็นผลมาจากได้รับการสอนแบบเดิม

๕. นักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีการคิดแบบสืบสวนแตกต่างกัน และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ เดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๖. นักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบ เดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๗. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๘. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภท แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการ รั้งแบบจำแนกประเภทสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๕. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีการ รั้งแบบโยงความสัมพันธ์แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
ทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการ รั้ง แบบโยงความสัมพันธ์ต่ำกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว.



วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ๗ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ ของโรงเรียนสาธิตนำพิทย ลังกาธรรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวน ๑๑ ห้องเรียน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างมา ๓ ห้องเรียน นักเรียนทั้ง ๑๑ ห้องเรียนนี้ทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนเข้าชั้นเรียนแบบคละกัน คือในแต่ละชั้นเรียนจะมีนักเรียนเก่งปานกลาง และค่อนข้างอ่อน โดยถือจากคะแนนการสอบไล่ในปีการศึกษา ๒๕๑๓ เป็นเกณฑ์จำนวนพอ ๆ กันทั้ง ๑๑ ห้องเรียน จึงมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนทั้ง ๑๑ ห้องเรียน โดยเฉลี่ยแล้ว เกือบเท่ากัน รายละเอียดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมา ๓ ห้องเรียน ด้วยวิธีการจับฉลาก มีดังต่อไปนี้

ตาราง ๒ แสดงรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอน

กลุ่มตัวอย่าง	วิธีสอน	จำนวนนักเรียน		
		ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มควบคุม	แบบเดิม	๑๓	๑๓	๓๐
กลุ่มทดลอง ๑	Passive Inquiry	๒๐	๑๖	๓๖
กลุ่มทดลอง ๒	Active Inquiry	๒๑	๑๓	๓๔

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลในการศึกษารังนี้ ใช้แบบทดสอบ ๓ ชนิด คือ แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry) แบบทดสอบแบบการรับรู้ (Cognitive Styles) และแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

๑. แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ของ อรรถัย เศรษฐศุโก และ บุญลือ ทองอยู่ ร่วมกันสร้างในการทำปริญญานิพนธ์ โดยอาศัยแนวคิด ของ ซัคแมน (Suchman 1965 : 32) มี ๒ ฉบับ คือ

๑.๑ แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดรูปภาพ ประกอบด้วยภาพขาวดำ ขนาด ๖" x ๔" จำนวน ๑๐ ภาพ วิธีการทำคือให้นักเรียนตั้งคำถามจากรูปภาพซึ่งแบ่งออกเป็นสี่ชั้น มีคำถามชั้นการสังเกต การอธิบาย การทำนาย และการนำไปใช้ประโยชน์ และสร้างสรรค์ ให้ตามใจใ้ได้มากที่สุด

๑.๒ แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความ แบบทดสอบฉบับนี้จะมีข้อความเป็นเรื่องสั้น ๆ ๑๐ ข้อความ แล้วให้นักเรียนตั้งคำถามจากข้อความที่ให้ ให้ได้มากที่สุด เหมือนกับฉบับรูปภาพ

เกณฑ์ในการให้คะแนน

๑. ให้คะแนนตามลักษณะคำถาม ดังนี้

- ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามแบบการสังเกต ให้ ๑ คะแนน
- ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามแบบการอธิบาย ให้ ๒ คะแนน
- ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามแบบการพยากรณ์หรือทำนาย ให้ ๓ คะแนน
- ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามแบบนำไปใช้ ให้ ๔ คะแนน

การที่ให้คะแนนตามลำดับดังนี้ ก็เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถภาพในการคิดของนักเรียน เพราะคำถามแบบการสังเกตนั้น เป็นคำถามที่ใช้สมรรถภาพทางสมองอย่างง่าย แต่คำถามแบบการนำไปใช้นั้นเป็นคำถามที่ใช้สมรรถภาพของสมองอย่างสูง ส่วนคำถามอีก ๒ ชั้น ก็สูงลดหลั่นไปตามลำดับ แล้วนำคะแนนที่ได้รวมกันเป็นคะแนนตามลักษณะคำถาม และคำถามใดจะให้คะแนนก็ต่อเมื่ออยู่ใน ๔ ลักษณะดังกล่าวแล้ว คือ

ก. คำถามแบบการสังเกต คำถามประเภทนี้จะถามง่าย ๆ เกี่ยวกับ

– การสังเกตคุณภาพของข้อมูล เช่น จัดเข้าพวก จัดประเภทและ
ชนิดของข้อมูล เป็นต้น

– ถามหาเกี่ยวกับปริมาณของข้อมูลในแต่ละประเภท การถามทั้งสอง
อย่างนี้ก็เพื่อที่จะรู้จักบันทึกข้อมูลที่สังเกตได้ทั้งคุณภาพ และปริมาณเป็นการเน้นเรื่อง การวัด
และ เป็นการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปที่ง่ายขึ้น นอกจากนั้นยังจะถามเกี่ยวกับ

– คุณสมบัติและธรรมชาติของข้อมูล

– โครงสร้าง (Structure) ของสิ่งเรา

– พฤติกรรม (Behavior) ของสิ่งเรา

ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามที่อาศัยการสังเกต การใช้ประสาททั้ง ๕ หรือการใช้เครื่องมือหาข้อมูล
เป็นต้น คำถามแบบนี้มักจะมีคำถามว่า ทำไม ? อย่างไร ? อะไร ? อยู่ด้วย

ข. คำถามชั้นการอธิบาย (Explanation) คำถามประเภทนี้เป็นคำถามที่
เกี่ยวกับการอธิบายสิ่งที่พบจากสิ่งเรา และต้องมองลึกกว่าการสังเกต คำถามประเภทนี้มักจะ
ถาม หาสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ถามหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของตัวแปรตาม
และตัวแปรอิสระ เช่น อะไร เป็นเหตุและอะไร เป็นผล เป็นต้น ถามหาความสัมพันธ์ถึงเหตุการณ์
ที่เผชิญหน้าอยู่ ถามในเชิงต้องการคำอธิบายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ถามหาทฤษฎี วิธีการ
ความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่จะอธิบายข้อสงสัยนั้นให้ได้ ถามถึงขั้นหรือขบวนการ
ของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อน ต้องการคำอธิบายที่มีกฎเกณฑ์มาช่วยในการตอบ
คำถาม ถามคำถามเพื่อเปรียบเทียบขบวนการของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ คำถามที่เกี่ยวกับการ
อธิบายนั้นมักจะมีคำว่า ทำไม ? อะไรเป็นสาเหตุ ? , จึงอธิบาย ... เป็นต้น

ค. คำถามชั้นการทำนาย (Prediction) คำถามแบบนี้เป็นคำถามที่ต้องการ
ข้อมูลจากการสังเกต และการตั้งทฤษฎีกฎเกณฑ์เพื่ออธิบายเป็นพื้นฐาน อาจจะสามารถโต้ตอบไป
ถามโดยการ เปลี่ยนองค์ประกอบของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($y = f(x)$)
หลังจากที่ตั้งทฤษฎีขึ้นอธิบายได้แล้ว ถามว่าถ้าเปลี่ยนองค์ประกอบบางตัวหรือหลายตัว เหตุการณ์
นั้นจะยัง เกิดเหมือนเดิมหรือไม่อย่างไร ถามโดยการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเหตุการณ์ต่าง ๆ

โดยที่ยังอธิบายไม่ได้ก็ได้ แต่มักจะถามว่า ถ้าเปลี่ยนองค์ประกอบตัวใดตัวหนึ่งหรือหลาย ๆ ตัว จะเกิดอะไรขึ้น จะเกิดเหมือนเดิมหรือไม่ ถามในเชิงตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบต่อไป ถามแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ เมื่อตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนแปลง (เช่นจากกราฟเป็นต้น) ถามในรูปคาดคะเนล่วงหน้า ย้อนหลัง การเคา การแก้ง เป็นการนำเอาทฤษฎีที่พบว่าถูกต้องแล้ว ทำนายผลในอนาคตต่อไป

ง. การตั้งคำถามขึ้นการนำไปใช้ประโยชน์และสร้างสรรค์ (Control and Creativity) คำถามชนิดนี้เป็นคำถามแบบนำไปใช้ เป็นแนวคิดที่เกี่ยวกับการทำให้เกิดผลิตผลใหม่ หรือขบวนการใหม่ โดยนำเอาผลจากข้อมูลที่ให้มาเป็นวัตถุดิบ ใช้ในการตั้งคำถาม มีลักษณะคำถามดังต่อไปนี้คือ ถามหาวิธีการและนำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์อันใหม่ ถามโดยนำเอาผลจากข้อมูลเดิมมาใช้ในสถานการณ์อันใหม่ ถามโดยการนำเอาผลจากข้อมูลเดิมมาสร้างให้เกิดผลิตผลใหม่ ปรับปรุงของเดิมให้ดีขึ้น แก้ไขของเดิมให้ดีขึ้น ถามโดยการค้นพบประโยชน์จากสิ่งที่ยังค้นพบใหม่ ถามในแนวของความคิดสร้างสรรค์ ถามในเชิงค้นพบวิธีการสังเกตแนวใหม่ ค้นพบวิธีการทดสอบสมมติฐานแนวใหม่ ถามหาประโยชน์ของสิ่งที่สังเกตเห็น และสิ่งที่ยังค้นพบใหม่ ความคลุมเครือบางอย่างแล้วคุณอาจจะเกิดผลเช่นเดิมหรือไม่ ถ้าปรากฏว่าได้ผลก็สามารถนำไปใช้ได้ เราก็จัดขบวนการตั้งคำถามเช่นนั้น เป็นคำถามชั้น C ซึ่งอาจจะถามเกี่ยวกับชั้น P บางอันได้

นอกจากนี้คำถามชั้น C เกี่ยวกับ Control ก็คือ เน้นการควบคุมสิ่งแวดล้อม ควบคุมธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการของมนุษย์ Creativity เป็นความสามารถในการที่จะปรับปรุง สร้างใหม่ แก้ไขวิธีการทดลองให้ดีขึ้น หาวิธีการทดลองใหม่ ๆ

๒. ให้คะแนนจำนวนคำถาม หมายถึงจำนวนคำถามทั้งหมดที่นักเรียนตั้งคำถาม ไล่ไปตาม ๔ ลักษณะดังกล่าวข้างต้น คำถามทุกลักษณะให้คะแนน ๑ คะแนน เท่ากัน แล้วเอาคะแนนทั้งหมดรวมกันเข้าเป็นคะแนนจำนวนคำถาม

คุณภาพของแบบทดสอบ

๑. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน อรรถัย เศรษฐ์สักโก (อรรถัย เศรษฐ์สักโก, ๒๕๑๔ : ๒๕) และบุญลือ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่, ๒๕๑๔ : ๒๕) ได้หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีแบ่งครึ่ง ในระดับชั้นประถม ปีที่ ๗ ได้ผลดังตาราง ๓.

ตาราง ๓ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ผู้วิจัย	แบบทดสอบความคิดสืบสวนสอบสวนชนิด รูปภาพ		แบบทดสอบความคิดสืบสวนสอบสวน ชนิดข้อความ	
	คะแนนจำนวนคำถาม	คะแนนคุณภาพคำถาม	คะแนนจำนวนคำถาม	คะแนนคุณภาพคำถาม
		ถาม	ถาม	ถาม
อรรถัย เศรษฐ์สักโก	.๘๐๑	.๘๘๔	.๘๓๖	.๘๓๘
บุญลือ ทองอยู่	.๘๓๘	.๘๘๔	.๘๕๗	.๘๔๖

๒. ค่า Construct Validity ของแบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวน บุญลือ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่, ๒๕๑๔ : ๒๕ - ๒๖) ได้หา Construct Validityหลายวิธี ดังนี้

- หาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบชนิดอื่น (Correlations with Others Tests) ปรากฏว่าแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ไปในทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ อย่างมีนัยสำคัญที่ .๐๑ (อรรถัย เศรษฐ์สักโก, ๒๕๑๔ : ๖๒) และสัมพันธ์กับ

ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑

- หาความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal Consistency) ปรากฏว่าแบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความเชื่อมั่นสูงอยู่ระหว่าง .๘๔ - .๘๖

- การจัดกลุ่ม (Known Group Techniques) โดยจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ วิชาภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนเป็นเกณฑ์ พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนอย่าง มีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ และนักเรียนกลุ่มปานกลางก็มี ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๑ (อรทัย เสงี่ยมสุณี, ๒๕๔ : ๖๒)

- การวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis Techniques) จากการวิเคราะห์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเป็นรายข้อ พบว่า ค่าอำนาจจำแนก มีความอยู่ระหว่าง ๓.๖๑ - ๑๐.๑๓ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ (บุญลือ ทองอยู่, ๒๕๑๔ : ๒๖)

๒. แบบทดสอบวัดแบบการรับรู้

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบ ซึ่ง กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ (๒๕๑๓) จำรัส นองมาก (๒๕๑๓) ทรงชัย ชิวปรีชา (๒๕๑๓) และ สวัสดิ์ เงินดำ (๒๕๑๓) ร่วมกันสร้าง โดยอาศัยแนวความคิด จาก แบบทดสอบวัดการรับรู้ของ ลี เคแกน และ แรบบสัน (Lee, Kagan and Rabson, 1963 : 433) แบบทดสอบชุดนี้มีผลใช้ในการใช้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ถึงชั้นประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาตอนต้น

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบชุดนี้มี ๓๐ ข้อ แต่ละข้อเป็นภาพลายเส้นขาวดำ ข้อ ๑ มี ๓ ภาพ เขียนลงในกระดาษสี่ขาว ขนาด ๔" x ๖"

การดำเนินการ สอบ

ดำเนินการ สอบกับนักเรียนพร้อมกันทั้งชั้น (Group Test) โดยให้นักเรียนดูภาพทีละข้อ แล้วให้เลือกว่า ๒ ภาพไหนเข้าคู่กัน หรือไปด้วยกัน พร้อมทั้งเขียนเหตุผลที่เลือก ๒ ภาพนั้น

ลงไปในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ใช้เวลาทำข้อละ ๑ นาที

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน

พิจารณาคำตอบ คือ เหตุผลที่นักเรียนให้ในการเลือกภาพ แสดงถึงการรับรู้แบบใดใน ๓ แบบ เมื่อตรวจเสร็จแล้วจึงนับให้คะแนนว่านักเรียนคนใดมีแบบการรับรู้ แบบใด มีจำนวน กี่ข้อ ดังนั้นคนหนึ่ง ๆ จะมีคะแนนการรับรู้ ๓ แบบ คือคะแนนที่แสดงถึงการรับรู้แบบวิเคราะห์ จำแนกประเภท และโยงความสัมพันธ์ คะแนนเหล่านี้แสดงถึงการรับรู้ของแต่ละคน ถ้าใครมี คะแนนการรับรู้แบบใดมาก แสดงว่าคนนั้นโดยปรกติจะมีการรับรู้แบบนั้นมาก ส่วนเกณฑ์ในการ พิจารณาการให้เหตุผลแบบใดจะอยู่ในการรับรู้ประเภทใดนั้นใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

(กมล ภูประเสริฐ, ๒๕๑๓ : ๑๓ - ๑๔)

๑. การรับรู้แบบวิเคราะห์ ได้แก่ การให้เหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัย ข้อเท็จจริงที่ปรากฏในภาพ ในเกณฑ์ต่อไปนี้

- ความคล้ายคลึงทางด้านกายภาพ เช่น สีเหมือนกัน ทำด้วยหนังเหมือนกัน ขนาดเท่ากัน รูปร่าง เงาม ลวดลาย ฯลฯ เหมือนกัน
- การแสดงอาการ เหมือนกัน เช่น กำลังเดิน วิ่ง ฯลฯ
- การมีหรือไม่มีสิ่งต่าง ๆ เหมือนกัน เช่น ถีอกระเป่าเหมือนกัน ขาหายไป ข้างหนึ่งเหมือนกัน ฯลฯ

- การบอกลักษณะโครงสร้างทางกายภาพเหมือนกัน เช่น ทำด้วยไม้ ทำด้วยเหล็ก เหมือนกัน

๒. การรับรู้แบบจำแนกประเภท ได้แก่การให้เหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดย อาศัยการอ้างอิงถึงคุณสมบัติที่มีร่วมกัน ซึ่งอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เขาช่วยได้แก่

- การรวมกลุ่มโดยคำนึงถึงคุณลักษณะ ขึ้น ตำแหน่ง เช่น นกทอง เทียว ฯลฯ
- การรวมกลุ่มโดยการตีค่าทางสุนทรียภาพ หรือทางคุณธรรม เช่น สวย คนดี คนร้าย ฯลฯ

- การแบ่งกลุ่มตามเพศ หรืออายุ เช่น ผู้ชาย ผู้หญิง สัตว์ เหมือนกัน เป็นต้น

- การแบ่งกลุ่มโดยแบ่งตามหน้าที่ การใช้หรือพฤติกรรมที่เหมือนกัน เช่น ใช้สำหรับกันฝน ใช้ในการแข่งขัน ฯลฯ

- การให้ชื่อรวมของวัตถุที่เป็นพวกเดียวกัน เช่น มนุษย์ อาวรี ฯลฯ

๓. การรับแบบโยงความสัมพันธ์ โคเก การให้เหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่สิ่งเหล่านั้นมีต่อกัน โคเก

- การสร้างเรื่องราวให้สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องกัน เช่น ผู้หญิงใช้จานใส่อาหาร ฯลฯ

- แสดงการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งต่าง ๆ เช่น ก็ว่าสิ่งนั้น แตกต่างไปจากสิ่งนั้น ฯลฯ

- การรวมสิ่งที่มีหน้าที่ต้องใช้ร่วมกัน เช่น แก้วน้ำนี้ เขียนหนังสือบนโต๊ะ

ฯลฯ

- การเกี่ยวข้องกันภายใต้เงื่อนไขอันใดอันหนึ่ง เช่น ถ้าคนตายแล้วจะเหลือโครงกระดูกอย่างนี้

คุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้คณะผู้สร้างได้นำไปใช้ในระดับต่าง ๆ กัน และมีผู้วิจัยอื่น ๆ นำไปใช้อีก แต่สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ - ๗ มีผู้นำไปใช้คือ กมล ภูประเสริฐ (กมล ภูประเสริฐ, ๒๕๑๓ : ๑๔ - ๑๕) อรทัย เสริมธุสัถโก (อรทัย เสริมธุสัถโก, ๒๕๑๔ : ๒๔) ใช้ในชั้น ประถมปีที่ ๗ และได้วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของการใช้แบบทดสอบ ชุดนี้ โดยวิธีแบ่งครึ่ง ดังแสดงในตาราง ๔

ตาราง ๔ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการรับรู้

ผู้วิจัย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น r_{tt}		
		แบบวิเคราะห์	แบบจำแนกประเภท	แบบโยงความสัมพันธ์
กมล ภูประเสริฐ	.๖๔	.๘๓	.๕๑	.๕๐
อรรถ ศรีธรรมรักษ์โก		.๘๒	.๖๐	.๕๔

๓. แบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบของ โชติ เพชรชื่น (นิสิตปริญญาโทศึกษาศาสตร์) ซึ่งได้สร้างขึ้น เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา วิชาเทคนิคการสร้างสเกลวัดทัศนคติ มี ๕๐ ข้อ เป็นข้อทดสอบ ที่ต้องการถามความรู้สึก และความเชื่อเกี่ยวกับปรากฏการณ์และ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ตลอดจนจิตวิญญาณ และความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยจะกำหนดเป็นสถานการณ์ให้ แล้วให้นักเรียนพิจารณาเลือกตามความรู้สึกที่เป็นจริงของนักเรียน ดังตัวอย่าง

ไม่เห็นด้วยเลย	ค่อนข้างจะเห็นด้วย	รู้สึกกลาง ๆ	ค่อนข้างจะเห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

แหล่งที่เกิดจากผลมะเคือ

เกณฑ์ในการให้คะแนน

การให้คะแนนในแต่ละข้อ จะพิจารณาถึงข้อความที่กำหนดให้เป็นหลัก ว่าเป็นไปได้ โดยหลักการหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริงหรือไม่ ดังตัวอย่างที่กำหนดให้ ถ้าใครอ่านข้อความ

หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบว่าไม่เห็นควยเลยก็ให้ ๕ คะแนน ถ้าตอบของคอนขางจะไม่เห็นควย ก็ให้ ๔ คะแนน ตอบของรู้สึกกลาง ๆ หรือตัดสินใจไม่ได้ก็ให้ ๓ คะแนน ตอบของคอนขางจะเห็นควย ก็ให้ ๒ คะแนน ตอบขางเห็นควยอย่างยิงก็ให้ ๑ คะแนน

คุณภาพของแบบทดสอบ

๑. ผู้สร้างข้อทดสอบไต่หาค่าอำนาจจำแนกรายขอของข้อทดสอบ ๕๐ ข้อ โดยถือเกณฑ์ $t = ๑.๖๔๕$ ที่ระดับ .๐๕ ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดี เมื่อหาค่าอำนาจจำแนกแล้วปรากฏว่าข้อสอบมีอำนาจจำแนกดีเพียง ๒๘ ข้อ คือ มีอำนาจจำแนก (ค่า t) ตั้งแต่ ๔.๐๓๔๘ - ๑.๓๐๒๓ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ข้อสอบชุดนี้เพียง ๒๘ ข้อ เช่นกัน มีรายละเอียดดังนี้ คือ

ขอ	t
๑	๒.๕๕๘๑ *
๓	๒.๑๒๑๒ *
๔	๑.๓๓๔๑ *
๕	๒.๒๔๑๓ *
๗	๒.๖๐๘๓ **
๘	๒.๘๓๐๑ **
๑๐	๑.๓๘๕๓ *
๑๑	๒.๐๖๔๘ *
๑๕	๒.๑๕๖๘ *
๑๘	๒.๐๖๔๘ *
๒๐	๒.๖๖๖๖ **
๒๔	๒.๓๐๒๓ *
๒๕	๑.๓๘๕๓ *

(ต่อ)

ข้อ	t
๒๖	๓.๕๒๘๕ **
๒๗	๒.๖๔๑๕ **
๒๘	๒.๑๐๕๓ *
๒๙	๔.๐๓๘๔ **
๓๐	๓.๐๔๓๕ **
๓๑	๒.๒๒๒๒ *
๓๒	๒.๓๕๑๓ *
๓๓	๓.๑๑๑๑ **
๓๔	๒.๕๐๐๐ *
๓๕	๒.๐๐๐๐ *
๓๖	๒.๓๕๑๓ *
๓๗	๒.๐๔๕๔ *
๓๘	๑.๕๐๔๓ *
๓๙	๔.๐๔๓๖ **
๔๐	๒.๑๔๓๖ *

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

๒. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้สร้างข้อทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ได้หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับนี้ โดยใช้วิธี สพลิต - ฮาล์ฟ มีความเชื่อมั่น .๘๖๒

๓. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้สร้างข้อทดสอบได้หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนรวมจากคะแนนทดสอบความสามารถด้านเหตุผล ๓ ฉบับ ได้แก่แบบทดสอบอุปมาอุปไมย แบบทดสอบจัดประเภท และแบบทดสอบสรุปความ (แบบทดสอบทั้ง ๓ ฉบับนี้ได้ขอยืมจากสำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร) โดยนำคะแนนมารวมกันด้วยการเปลี่ยนค่าคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T เสียก่อน ปรากฏผลว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ ๐.๘๓๘๑ การที่คะแนนแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กับคะแนนรวมของแบบทดสอบความมีเหตุผลสัมพันธ์กันนี้ แสดงให้เห็นว่าข้อทดสอบทั้ง ๔ ฉบับ ใช้วัดคุณลักษณะบางอย่างร่วมกัน และคุณลักษณะเหล่านั้นมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน คือ บุคคลจะมีทัศนคติทางด้านวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับว่า มีความสามารถเชิง เหตุผลมากหรือน้อยเพียงใด และ เนื่องจากข้อทดสอบที่สร้างขึ้น มีความเชื่อมั่นสูงด้วยจึงอาจกล่าวได้ว่า ข้อทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

๔. แบบสอบถามความรู้สึกของนักเรียน เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

แบบสอบถามนี้ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามความรู้สึกของนักเรียนบางประการ เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งแบ่งออกเป็น ๓ ตอน คือ

- ๑) ความรู้สึกของนักเรียน เกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน
- ๒) ความรู้สึกของนักเรียน เกี่ยวกับตัวครูที่สอนแบบสืบสวนสอบสวน
- ๓) เรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียนอยากเสนอแนะให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียน

การสอน

ดังปรากฏอยู่ในภาคผนวก

การดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองการสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้คือ

๑. ศึกษาหาความรู้ เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ธรรมชาติและขั้นตอนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน โดยเข้าร่วมโครงการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน

(The Scientific Inquiry Development Project) ภายใต้การนำของ ดร. วิรุทธ วิเชียรโชติ

๒. ศึกษาคู่มือรูปแบบเรียนวิทยาศาสตร์ และหลักสูตรของวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ๑ ถึง ๓ ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อสำรวจว่า

- ในชั้นประถมศึกษา ๑ มีเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์หน่วยใดบ้างที่จะใช้ทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน

- มีเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา ๑ ถึง ๖ ตอนใดบ้างที่ซ้ำกับเนื้อหาในชั้นประถมศึกษา ๑ หรือมีเนื้อหาตอนใดบ้างในชั้นประถมศึกษา ๑ - ๖ ที่จะนำมาสร้างเป็นสลับกับแนวทาง เพื่อใช้สอนในหน่วยต่าง ๆ ในชั้นประถมศึกษา ๑

๓. เมื่อพิจารณาจากเนื้อหาในหลักสูตรชั้นประถมศึกษา ๑ ของกระทรวงศึกษาธิการแล้ว จึงเลือกหน่วยที่จะใช้ทดลองสอนได้ดังนี้

- หน่วยสารและพลังงาน
- หน่วยแรงธรรมชาติ
- หน่วยสิ่งมีชีวิต

เนื้อหาทั้ง ๓ หน่วยนี้ใช้เวลาในการทดลองสอนประมาณ ๒ ภาคเรียน คือ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๑๔

๔. ร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญโครงการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน ทำการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร พร้อมทั้งกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างโครงงานการสอน

เป็นแนวทางในการสอน และเป็นแนวทางในการประเมินผล

การกำหนดความมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมตอนปลายได้แบ่งออกเป็น ๕ ด้านใหญ่ ๆ คือ

- ทางด้านการรับรู้ ความคิด (Cognitive Domain)
- ทางด้านอารมณ์ ความเชื่อ ทัศนคติ (Affective Domain)
- ทางด้านการลงมือกระทำ (Psychomotor Domain)
- ทางด้านแรงขับเคลื่อน (Conative Domain)
- ทางด้านพัฒนาการทางบุคลิกภาพ (Personality Development)

ในแต่ละด้านได้กำหนดความมุ่งหมายในการสอนพร้อมทั้งแปลพฤติกรรมที่คาดหวังไว้ด้วย เพื่อความสะดวกและเข้าใจง่าย จะได้นำความมุ่งหมายและพฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย ในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมตอนปลาย มาเขียนรวมกันได้ดังนี้ คือ

การแปลพฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมตอน ปลาย

๑. ทางด้านความคิด (Cognitive Domain)

C_1 : มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมาะสมกับระดับประถมตอนปลาย ความรู้ในขั้น หมายความว่ามีความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่วไป และขบวนการต่าง ๆ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C_1

๑. จำและระลึกคำนิยามได้
๒. สามารถแยก จัดประเภท และ เปรียบเทียบความแตกต่างได้ สำหรับความรู้ที่ได้รับ
๓. จับคู่ข้อความที่กำหนดให้ว่าตรงกับศัพท์เฉพาะ หรือข้อเท็จจริง หรือหลักการข้อใด
๔. สามารถนำความรู้ไปใช้ในรูปประโยค หรือข้อความอื่นได้โดยถูกต้อง
๕. สามารถบอกได้ว่าอันไหนเป็นความรู้ที่ถูกต้องหรือผิด
๖. สามารถแยกข้อเท็จจริงจากความคิดเห็นได้

C_2 : มีความเข้าใจในความรู้อยู่ คือศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่วไป วิธีการ และขบวนการ รวมทั้งวิธีคิดอย่างมีเหตุผล พร้อมทั้งค้นคว้าหาความจริงเพิ่มเติม เพื่อเป็น ฐานนำไปสู่วิชาวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C_2

๑. สามารถแปลความของความรู้ได้
๒. สามารถตีความของความรู้ได้
๓. สามารถขยายความจากความรู้ได้
๔. สามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของสิ่งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิตได้

๕. สามารถนำความรู้ไปใช้ในรูปแบบของประโยคใหม่ หรือข้อความใหม่ได้ถูกต้อง

C₃ : เข้าใจผลงานทางวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านที่เป็นคนและด้านที่เป็นโพธิ์ ตลอดจนเรื่องที่เกี่ยวกับทางค่านคุณและโพธิ์ที่เกี่ยวกับตนเอง สังคม และโลก

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₃

๑. สามารถแปลความผลงานนั้นได้
 ๒. สามารถตีความผลงานนั้นได้
 ๓. สามารถขยายความผลงานนั้นได้
 ๔. สามารถเปรียบเทียบวิธีการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์สมัยเก่าและสมัยใหม่ได้
- C₄ : รู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับแก้ปัญหาชีวิตประจำวันของตนได้

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₄

๑. สามารถกำหนดปัญหาในชีวิตประจำวันได้
๒. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาในชีวิตประจำวันได้
๓. รวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหในชีวิตประจำวันได้
๔. วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาได้
๕. สรุปประเมินผลการทดสอบสมมุติฐาน และเสนอแนะการแก้ปัญหาและวิธีใช้ได้
๖. นำผลสรุปที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในทำนองเดียวกันได้

C₅ : รู้จักใช้และสงวนทรัพยากรธรรมชาติ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₅

๑. ใช้อย่างประหยัดและให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
๒. รู้จักรักษาคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ปลูกพืชหมุนเวียน บำรุงพันธุ์พืช และสัตว์ ไม่ปล่อยน้ำเสียลงไปในแม่น้ำลำคลอง
๓. รู้จักปรับปรุงให้ดีขึ้น เช่น ใส่ปุ๋ย
๔. ป้องกันการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ เห็นคุณค่าลายทรัพยากรธรรมชาติต้องแจ้งให้เจ้าหน้าที่ทราบ

๕. ร่วมมือในการสงวนทรัพยากรทุกครั้งที่มีโอกาส เช่น ปิดน้ำและไฟฟ้าที่ผู้นอนลืมทิ้งไว้

C₆ : มีทักษะในการค้นพบกฎเกณฑ์ และความสัมพันธ์ในธรรมชาติ โดยการใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมายข้อ C₆

๑. ตั้งคำถามตามลำดับขั้น โดยใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ซึ่งได้แก่ความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อแสวงหาความรู้จากสิ่งที่เผชิญหน้าใน ๔ ลักษณะ คือ ความสามารถในการตั้งคำถามในลักษณะการสังเกต คำถามในลักษณะการอธิบาย คำถามในลักษณะการพยากรณ์ คำถามในลักษณะการนำไปใช้

๒. ใช้ข้อสันนิษฐานจากสิ่งกับแนวทาง และข้อเท็จจริงที่ได้จากคำถาม มาตรวจสอบสมมุติฐานได้

๓. สรุปกฎเกณฑ์จากสมมุติฐานที่ตรวจสอบแล้วได้

๔. สามารถเปรียบเทียบขบวนการวิทยาศาสตร์ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้

C₇ : ทราบลักษณะโครงสร้างของการวิจัยเบื้องต้นในความรู้ ทักษะและการนำไปใช้

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมายข้อ C₇

๑. อธิบายลักษณะการวิจัยเบื้องต้นได้

๒. วางแผนการวิจัยเบื้องต้นได้

๓. ดำเนินการวิจัยเบื้องต้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

๔. เขียนรายงานการวิจัยเบื้องต้นได้

C₈ : มีการรับรู้และจัดประเภทของข้อมูลแบบต่าง ๆ คือการรับรู้แบบวิเคราะห์ แบบจำแนกประเภท แบบโยงความสัมพันธ์ การคิดแบบสังเคราะห์ และการคิดแบบวิจารณ์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₈

๑. พฤติกรรมการรับรู้แบบวิเคราะห์ คือการรับรู้และรวบรวมสิ่งเร้าเข้าด้วยกัน โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏในสิ่งเร้า ซึ่งประกอบด้วย

- ความคล้ายคลึงทางกายภาพ เช่น สี ลวดลาย เงาม ขนาดหรือรูปร่าง
เหมือนกัน

- การแสดงอาการเหมือนกัน เช่น กำลังเดิน นั่ง นอนเหมือนกัน
- การมีหรือไม่มีเหมือนกัน เช่น หูขาดเหมือนกัน
- การมีโครงสร้างเหมือนกัน เช่น ทำควยไม้ ทำควยเหล็กเหมือนกัน

๒. พฤติกรรมการรับรู้แบบจำแนกประเภท ได้แก่ เหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยการอ้างถึงคุณสมบัติที่ร่วมกันซึ่งไม่อาจสังเกตได้ ประกอบด้วย

- การมีหน้าที่การใช้หรือพฤติกรรมเหมือนกัน เช่น ใช้ครอบป้องกันแมลงวัน
ใช้สำหรับแข่งขัน

- การให้ชื่อรวมสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นพวกเดียวกัน เช่น สิ่งมีชีวิต อาวุธ เครื่องกีฬา
- ความคล้ายคลึงของคุณสมบัติบางประการ เช่น ขึ้นจากดิน คนสร้างชั้น
หรือมีเครื่องยนต์เหมือนกัน เป็นการอ้างถึงคุณสมบัติที่มองไม่เห็นในสิ่งเรา

๓. พฤติกรรมการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ ได้แก่ เหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่ร่วมกัน ประกอบด้วย

- การสร้างเรื่องราวให้สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องกัน เช่น เอาสิ่งใส่ท้ายรถลากไป
คนขับรถ เอาตุ๊กตาวางบนตุ๊กตา

- การเปรียบเทียบระหว่างสิ่งต่าง ๆ เช่น สิ่งหนึ่งต่างไปจากสิ่งหนึ่ง หรือ
ดีกว่าอีกสิ่งหนึ่ง

- การรวมสิ่งเราที่เหมือนกัน หรือต้องใช้ร่วมกัน เช่น เก้าอี้คู่กับโต๊ะ
มีขาคนนำต้องมียกน้ำหนัก

๔. พฤติกรรมการคิดแบบสังเคราะห์ได้แก่

- จัดลำดับเรื่องราวต่าง ๆ ได้
- สร้างแบบแผนหรือโครงการขึ้นตามแนวโน้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๕. พฤติกรรมการคิดแบบวิจารณ์ญาณได้แก่

- แยกความจริงออกจากความคิดได้

- สรุปจากข้อมูลที่ให้ไว้ได้อย่างถูกต้อง
- บอกได้ว่าขอตกลง เบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังการสรุปคืออะไร
- บอกถึงขีดจำกัดของข้อมูลได้

๒. ทางด้านการรับรู้ ความเชื่อ (Affective Domain)

A_1 : มีความสนใจ และซาบซึ้งใน นานอริเรกทางคานวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย A_1

๑. เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยความสมัครใจ ทั้งภายนอกและภายในโรงเรียน เช่น เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ เข้าชมนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ เข้าฟังการอภิปรายวิทยาศาสตร์

๒. ขวนขวายหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการอ่าน ฟัง พูด และอภิปราย

๓. จัดตั้งชุมนุมวิทยาศาสตร์

๔. ทำงานอริเรกทางวิทยาศาสตร์ เช่น สะสมตัวอย่างใบไม้ สะสมตัวอย่างแมลง ภาพสัตว์ หินสีต่าง ๆ หรืองานอย่างอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะดังนี้ คือ ทำในเวลาว่าง ให้ความเพลิดเพลิน ให้ประโยชน์ และเป็นงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

A_2 : มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย A_2

๑. ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

๒. ไม่เชื่อโชคลางหรือเรื่องเกี่ยวกับผีสัง เทวดา

๓. ซักถาม ขอร้องให้เล่าเรื่อง เกี่ยวกับทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ

๔. คนควหาความรู้จากเอกสารต่าง ๆ เป็นประจำ

๕. ตีความจากข้อมูลโดยปราศจากอคติ

๖. ร่วมมือในการตีความหมายของข้อมูลอย่างเต็มที่

๗. รอคการตัดสินใจจนกว่าจะได้ข้อมูลครบ

๘. แสวงหาความสัมพันธ์จากเหตุและผล จากข้อมูล

๕. แสดงให้เห็นความมั่นใจของข้อมูลที่ได้มาโดยวิธีวิทยาศาสตร์
๑๐. เปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อพบว่าคุณสมบัติใหม่มีเหตุผลดีกว่า

๓. ทางด้านการลงมือกระทำ (Psychomotor Domain)

B₁ : มีทักษะในการทดลองวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการ เลือกใช้เครื่องมือ การเก็บรักษา และการสร้าง เครื่องมืออย่างง่าย ๆ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย B₁

๑. ใช้เครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว
๒. เก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว
๓. สร้าง เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ ได้

๔. ทางด้านแรงขับ (Conative Domain)

D₁ : นำความรู้อย่างที่ได้นำปรับปรุงแก้ไข ความเป็นอยู่ของตน และของชุมชนให้ดีขึ้นตามความเหมาะสมของท้องถิ่น

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย D₁

๑. นำความรู้ที่เรียนมาใช้ในเรื่องราวใหม่ ๆ ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น เช่น ไม่ใส่เสื้อสีดำทำงานกลางแดด ไม่ใช้ไม้คั้นของรอน ๆ ไม่เล่นว่าวในขณะที่ฟ้าคะนอง

๒. รักษาความสะอาดของชุมชน เช่น ไม่ทิ้งขยะลงในแม่น้ำลำคลอง ถนนหนทาง
๓. รู้จักปรับปรุง และบำรุงพันธุ์พืชสัตว์

D₂ : มีความรู้และมีส่วนในการสร้างความสัมพันธ์ ทั้งระหว่างภายในและภายนอกประเทศทางด้านวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย D₂

๑. แลกเปลี่ยนตัวอย่าง สัตว์ ไม้ หิน แร่ธาตุ เครื่องมือในการประกอบอาชีพของแต่ละภาค

๒. ออกรวบรวมสารวิทยาศาสตร์

๕. ทางด้านการพัฒนาทางด้านบุคลิกภาพ (Personality Development)

E_1 : มีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และรู้จักสิ่งเกิดธรรมชาติที่แวดล้อมตนอยู่

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E_1

๑. ซักถามความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ
๒. เขียนจดหมายเหตทางวิทยาศาสตร์ เช่น บันทึก วัน เดือน ปี เวลา เมื่อเห็นดาวหาง หรือเมื่อเกิดวาตภัย เมื่ออเมริกาส่งยานอวกาศไปลงบนดวงจันทร์
๓. ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารต่าง ๆ อยู่เสมอ
๔. สามารถจับบอกหรือบรรยาย เปรียบเทียบถึงความแตกต่างระหว่างของหลายสิ่ง ที่คล้ายคลึงกันได้

E_2 : รู้จักใช้และรักษาสารณสมบัติ ตลอดจนสิ่งสวยงามตามธรรมชาติ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมายข้อ E_2

๑. ไม่ทำลายสาธารณสมบัติ เช่น ไม่เด็ดดอกไม้ ต้นไม้ ในสวนสาธารณะ ไม่ยิงหลอดไฟ ไม่รังแกสัตว์ในสวนสัตว์
๒. รักษาความสะอาดสาธารณสมบัติ เช่น ไม่ทิ้งขยะบนถนน ใช้ห้องน้ำสาธารณะให้ถูกต้อง
๓. ใช้สาธารณสมบัติให้ถูกต้องตามลักษณะ เช่น ไม่พุดคุยกันในห้องสมุด
๔. ไม่เอาเปรียบในการใช้สิทธิที่มีต่อสาธารณสมบัติ เช่น ยืมหนังสือห้องสมุดมาใช้คนเดียว เป็นเวลานาน

E_3 : มีนิสัยในการริเริ่มและสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทางด้านวิชาการ การประดิษฐ์ การนำไปใช้ และการประกอบสัมมาอาชีพ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย ข้อ E_3

๑. รู้จักปรับปรุง แก้ไข เครื่องมือเครื่องใช้ให้ดีขึ้น
๒. นำเศษวัสดุเหลือใช้มาทำประโยชน์ได้ เช่น นำมาประดิษฐ์ของเล่นหรืออุปกรณ์ง่าย ๆ

๓. บอกประโยชน์ของสิ่งต่าง ๆ ไค้มากที่สุด

๔. สามารถเสนอความคิดใหม่ ทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น เสนอวิธีทดลองแบบใหม่ แทนวิธีทดลองแบบเดิม

๕. การสร้างโครงหนการสอน (Teaching Model)

เมื่อกำหนดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ทดลองสอนได้แล้ว ก็นำเนื้อหาทั้ง ๓ หน่วย มาแยกแยะออกเป็นหน่วยย่อยที่จะใช้สอนในแต่ละครั้ง พร้อมกับสร้างเป็นโครงหนการสอนย่อย ๆ ขึ้น เพื่อสะดวกที่จะใช้เป็นแนวทางในการสอน ในโครงหนการสอนจะประกอบด้วย

๕.๑ ชนิดของโครงหนการสอน แบ่งออกเป็น ๓ ชนิด คือ

๕.๑.๑ Model C. เป็นโครงหนประเภทมีการทดลองประกอบให้
นักเรียนดู

๕.๑.๒ Model B. เป็นโครงหนที่ใช้ภาพหรือแผนภูมิแสดงให้นักเรียน
ดูเพื่อให้นักเรียนได้ซักถามและตีความหมายจากภาพหรือแผนภูมินั้น เพื่อให้นักเรียนสรุปให้ได้ว่า
ใดความรู้อะไรจากแผนภูมิหรือภาพนั้น

๕.๑.๓ Model A. เป็นโครงหนที่ใช้เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ให้
นักเรียนฟัง สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสงสัย และทำการสืบสวนหาข้อมูลและเหตุผล
ที่จะสรุปหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์นั้น ๆ

๕.๒ อันดับการสอน คือ อันดับก่อนหลังของการสอน ซึ่งคณะผู้ทดลองสอนได้
ตกลงกันว่าสอนไปที่ระดับเรียงกันไป โดยคำนึงถึงความต่อเนื่องของความรู้ที่นักเรียน
จะได้รับไป

๕.๓ การทดลอง การแสดงแผนภูมิ หรือเล่าเรื่องหรือสถานการณ์ เป็นการ
แสดงรายละเอียดของการทดลอง การแสดงภาพหรือแผนภูมิ หรือเป็นเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่จะ
เล่าให้นักเรียนฟัง เพื่อให้นักเรียนได้สังเกต ได้คิด จนเกิดความสงสัย (Conceptual
Conflict)

๕.๔ จุดมุ่งหมาย ในแต่ละโครงหนจะบ่งไว้ว่ามีจุดมุ่งหมายให้นักเรียน เกิด
อะไร ซึ่งจะบอกไว้เป็นพฤติกรรม ซึ่งเราได้วิเคราะห์หรือออกมาจากจุดมุ่งหมายแต่ละข้อในหลักสูตร

๕.๕ **สิ่งก้ำกับแนวทาง** เป็นความรู้เดิม หรือเป็นความรู้ที่จำเป็นที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนโดยแบบสืบสวนสอบสวนในการสอนในปัจจุบันได้ดีขึ้น คือจะช่วยในการตั้งคำถามของนักเรียน สิ่งก้ำกับแนวทางจะมีประจำแต่ละโครงหนการสอน

๕.๖ **สิ่งก้ำกับ (Concepts)** ที่ต้องการและการที่จะสามารถนำเอาความรู้ที่เรียนไปใช้ได้ ซึ่งมีในแต่ละโครงหน

๕.๗ **พฤติกรรมที่คาดหวัง** เป็นรายละเอียดของพฤติกรรมที่นักเรียนควรจะมีเกิดตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

๕.๘ **อุปกรณ์** เป็นวัสดุที่จะนำมาทดลอง หรือภาพหรือแผนภูมิ

๕.๙ **พฤติกรรมการสอน** คือ พฤติกรรมของครู ซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ อย่าง คือ

- พฤติกรรมการพูด เป็นคำพูดของครู หรือคำถามที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสงสัย และถามคำถามขึ้น หรืออาจจะเป็นคำถามของครูก็ได้

- พฤติกรรมการทำ คือครูทำการทดลองใหญ่ และทำการทดลองซ้ำ
ถ้านักเรียนต้องการ

๕.๑๐ **พฤติกรรมการเรียน** คือ พฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น ๓ อย่าง คือ (พฤติกรรมการเรียนนี้เป็นสิ่งที่ครูคาดหวังว่านักเรียนควรมีพฤติกรรมแบบนี้เท่านั้น)

- พฤติกรรมการพูด เป็นคำถามขึ้นต่าง ๆ ของนักเรียนเพื่อจะได้สามารถสรุปหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งพฤติกรรมการอภิปรายเพื่อที่จะได้คำตอบที่ถูกต้อง

๕.๑๑ **การประเมินผล** ในแต่ละโครงหนการสอนก็มีแผนการประเมินผลต่าง ๆ กันออกไป ซึ่งจะพูดโดยรวม ๆ ว่า มีเกณฑ์ในการประเมินผลดังต่อไปนี้

- การทดสอบ (Test)

- การสังเกต ดูพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น การถามทั้ง ๔ ชั้น อย่างมีเหตุผล การตั้งสมมุติฐานอย่างมีเหตุผล การอภิปรายโต้แย้งและยอมรับในการความคิดของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ฯลฯ

- การเขียนรายงาน

ฯลฯ

หมายเหตุ

ตัวอย่างของโครงการสอนมีแสดงไว้ในภาคผนวก

๖. การสร้างอุปกรณ์การสอน

เนื่องจากโครงการการสอนมี ๓ แบบด้วยกัน คือมีแบบการทดลอง (Model C) แบบใช้แผนภูมิ (Chart) หรือภาพประกอบ (Model B) และแบบเล่าเรื่องหรือสถานการณ์ให้นักเรียนฟัง (Model A) ดังนั้นโครงการสอนบางอันก็ ต้องสร้างอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดลองประกอบ บางอันก็ใช้วิธีวาดแผนภูมิประกอบ อุปกรณ์บางอย่างขอซื้อจากแผนกเคมี และแผนกฟิสิกส์ วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร บางอย่างก็ยืมจากห้องวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตทิพย์

๗. การอบรมและการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน บัณฑิต และขอแก้ไขต่าง ๆ

ในระหว่างวันที่ ๒๐ มีนาคม จนกระทั่งถึงวันที่ ๑ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๑๔ คณะผู้ทำการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน ภายใต้การควบคุมของ อาจารย์ ดร. วิรุพ วัชรวิชัย ได้มีการฝึกอบรมวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกันทุกวัน เว้นวันอาทิตย์ มีการฝึกการถามจากภาพ เพื่อให้ผู้ที่จะออกไปทดลองสอนได้เข้าใจวิธีการถามในชั้นต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเมื่อสร้างโครงการสอนเสร็จบ้างแล้ว ก็มีการทดลองสอนกันจริง ๆ โดยได้ไปขอลูกคณงานในวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตรมาทำการทดลองสอน (เด็กที่กำลังจะเรียนในชั้นประถมปีที่ ๗ ในปีการศึกษา พ.ศ. ๒๕๑๔) ผลจากการทดลองสอน ได้พบปัญหา และจากการปรึกษาเพื่อแก้ไข ปัญหาต่าง ๆ และได้สรุปจากการทดลองสอนเอาไว้ ดังนี้คือ

๑. ในการที่นักเรียนไม่ถามคำถาม ใช้การแข่งขันโดยให้คะแนนของคำถามแต่ละคน จะช่วยได้บ้าง

๒. ถ้านักเรียนสรุปผลการทดลองเร็วเกินไป และเข้าใจ สรุปได้เฉพาะบางส่วน นักเรียนที่เข้าใจซำยังตามไม่ทัน แก้ไขสถานการณ์โดย

- ครู เป็นตัวเร่งไปสู่เนื้อหาที่ใกล้เคียง โดยใช้ Model A หรือ Passive

เขาช่วย

- เพิ่มการฝึกชั้น P และ C ให้กลุ่มที่เข้าใจเร็วทำงานชั้น C ในสมุด ส่วนกลุ่มที่เหลือพบทวนคำถามและการสรุปให้เข้าใจเช่นกัน

๓. ต้องชี้แจงย้ำอยู่ตลอดเวลา คำถามใดที่ได้รับคำตอบว่า ใช่ จะเป็นความรู้นำไปสู่การค้นพบต่อไปเสมอ

๔. ในตอนฝึกนักเรียนก่อนการสอนจริง ๆ นอกจากจะอธิบายลักษณะคำถามทั้ง ๔ แบบ (O E P C) และฝึกการถามลักษณะดังกล่าวแล้ว ควรจะมี Project สาคิต (ครูแสดงเป็นผู้สอน และนักเรียน) ซึ่งมีเนื้อหาที่ไม่ซ้ำกับเรื่องที่จะเรียนในชั้นนั้น แสดงให้เข้าใจวิธีเรียนมากขึ้น

๕. ต้องให้นิยามของศัพท์ต่าง ๆ ที่ควรรู้ เช่น ทฤษฎี สมมุติฐาน ข้อมูล ฯลฯ

๖. ควรมีเรื่องราวที่เป็นตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนเข้าใจว่า คำถามตอนใดเกิดจากการสังเกต เกิดจากความสงสัย เกิดจากการทำนาย หรือเกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์

นอกจากจะใช้เป็นเรื่องราวแล้ว อาจใช้เป็น ภาพเหตุการณ์ตามลำดับขั้น โดยไม่มีคำบรรยายให้นักเรียนดูภาพแล้วถาม และสรุปออกมาเป็นเรื่องราวได้

๗. ควรมีการฝึกให้เข้าใจความหมายของสมมุติฐาน

๘. สังกัปแนวทางบางอย่างเป็นเรื่องเข้าใจยาก ควรใช้ภาพประกอบ หรือการทดลองช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น

๙. การสอน Passive Inquiry ใช้ตอนที่เกี่ยวกับ ลักษณะธรรมชาติ ของสิ่งต่าง ๆ ส่วนที่พบความสัมพันธ์ ($Y = f(x)$) ต้องให้นักเรียนสรุปเอง

๑๐. ในกรณีที่การสอนแต่ละครั้ง มี Application ที่คาดหวัง แล้วนักเรียนเข้าใจไม่ถึงครูต้องนำ Application นั้นมาทำเป็น Model A แทน

๑๑. ในการฝึกคำถาม นอกจากจะยึดตาม ๔ ลักษณะ (Inquiry Drill) แล้วให้ฝึก Creation Drill และ Prediction Drill

ประโยชน์ของ Prediction Drill เป็นเงื่อนไขที่ทำให้เกิด การถามชั้น P และ C ขึ้น

๑๒. การสอนแต่ละ Project อย่างน้อยนักเรียนจะต้องถามชั้น O E P ได้ ส่วน C ถ้าไม่เกิดในชั้นเรียน ต้องให้เป็นบ้าน และนำมาพบทวนในครั้งต่อไปว่า ได้ความคิดสร้างสรรค์อะไรบ้าง ดังนั้นทุกครั้งที่สอนต้องมี

- การสรุปความที่ได้จากการทดลอง
- การบ้านเกี่ยวกับการนำไปใช้ และความคิดสร้างสรรค์

๑๓. ถ้าคำถามใดของนักเรียนเป็นแบบการตั้งทฤษฎี เช่น "สงสัยว่าจะเป็น -- -- ไซหรือไม" ซึ่งยังตอบรับหรือปฏิเสธไม่ได้ ให้ครูรับคำถามเช่นนั้นไว้และให้นักเรียนช่วยกันหาทางพิสูจน์

๑๔. สัมกับแนวทางที่ให้ ควร เป็นสิ่งที่เห็นและเข้าใจง่ายที่สุด และเป็น Passive Inquiry

๑๕. ก่อนสอนให้สัมกับ แนวหน้า → ทดลอง → ทบทวนสัมกับแนวทาง → เกิด Conceptual Conflict → คำถามชั้น O → E → P → C

ถ้ายังถามคำถามชั้น E ไม่ได้ ให้เพิ่มสัมกับแนวทางและคำถามชั้น O

๑๖. ในการถามชั้น O ให้นักเรียนฝึกหัดแยกคำว่า เกี่ยวกับสีหรือลักษณะอื่น ๆ

๑๗. สิ่งสำคัญของการสอนแบบ Inquiry คือ Responsive Environment ซึ่งหมายถึงสภาพการทดลอง ผลการทดลอง สรุปการค้นพบ หรือตัวอย่างคำถามแต่ละชั้นของแต่ละคน หรือแต่ละกลุ่ม ประดับไว้ มีมีคอมม่อนท์ของห้องให้เป็นที่ยึดจุดความสนใจของนักเรียน

๑๘. ครูต้องทวนคำถามที่นักเรียนแต่ละคนถาม เพื่อให้นักเรียนทั้งชั้นได้ยินและพิจารณาตามไปด้วย และต้องให้นักเรียนทุกคนได้ถามโดยทั่วถึงกัน

๑๙. ก่อนสอนต้องพิจารณาก่อนว่าจะใช้ Passive และ Active Inquiry อย่างใดเท่าไรตอนใดบ้าง จึงจะทำให้การสอนได้ผลดี

๒๐. การทดลองแต่ละครั้ง สิ่งที่จะให้นักเรียนเกิด Conceptual Conflict ต้องชัดเจน ให้นักเรียนเห็นได้ทั่วถึงกัน และไม่ควรให้เห็นอุปกรณ์พร้อมกันทั้งหมดในเวลาเดียวกัน

๒๑. ครูต้องให้ความสนใจต่อนักเรียนโดยทั่วถึงกัน ไม่สนใจเฉพาะบุคคลหรือกลุ่มที่ถามเก่งเท่านั้น และครูควรแสดงความสนใจ และเห็นความสำคัญของทุก ๆ คำถาม

๒๒. แก้ไขคำถามของนักเรียนที่ไม่เหมาะสม ให้รัดกุมแล้วให้พูดคำถามที่ถูกต้องนั้นใหม่ทุกครั้ง

๒๓. ครูสอนจะต้องรู้ว่า การทดลองนั้น จุดสำคัญ หรือเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียน เห็นความสัมพันธ์คืออะไร เมื่อนักเรียนมีคำถามชั้น E หลายข้อ จะคอยยับยั้งปัญหาที่ตรงจุดขึ้น มาพิจารณา ก่อน ถ้าได้ชั้น E ที่เหมาะสม ก็พิจารณาทันที

๒๔. ก่อนสอนทุกครั้งต้องมี Inquiry Drill เสมอ

๒๕. คำถามทุกข้อของนักเรียนที่เขียนไว้ในกระดาน และให้นักเรียนลอกไว้ในสมุด แยกเป็น ๒ ประเภท คือ ที่จำเป็นในการนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ และที่ไม่จำเป็น

๔. แผนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูกถาม (Passive Inquiry)

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูกถามนี้ ทำเนิการสอนคล้ายกับการสอนแบบสืบสวน สอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม ต่างกันแต่เพียงว่า แทนที่จะให้นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม เพื่อ ที่จะสรุปได้เองโดยครูเป็นผู้คอยตอบคำถามมาคำถาม และคอยแนะคอยเร้าให้นักเรียนถาม กลับเป็นว่าครูจะเป็นผู้ตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้คิดคอยตลอดเวลา และในเวลาเดียวกัน ก็เปิดโอกาสให้นักเรียนถามได้เหมือนกัน คำถามที่ครูใช้ถามนั้น ก็มี ๔ ชั้น ดังที่กล่าวมาแล้ว อาจจะต่าง กันบ้างที่ประโยคคำถามในแต่ละชั้น และผลสุดท้ายก็ให้นักเรียนสรุปให้โดยตัวของ นักเรียนเอง เช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่น

๑. คำถามประเภทการสังเกต (Observation) ครูอาจจะถามว่า จากการทดลอง (อาจจะ เป็นภาพ หรือการเล่าสถานการณ์ให้ฟัง ขึ้นอยู่กับโครงหนการสอน) นี้ นักเรียนสังเกต เห็นอะไรบ้าง ส่วนประกอบของเครื่องมือมีอะไรบ้าง ในภาชนะ (ขวด หลอดแก้ว ฯลฯ) ควรจะมีอะไรบ้าง เราทำอย่างไรบ้าง ฯลฯ คำถามประเภทนี้ครูจะตั้งคำถามให้ละเอียด จนคาดว่า จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนที่จะนำไปใช้ในการตอบคำถาม ในชั้น E P C ได้ โดยพิจารณา รวม ๆ ไปกับสิ่งที่กับแนวทาง

๒. คำถามประเภทการอธิบาย (Explanation) คือ ครูจะถามว่า นักเรียนสังเกต เห็นใหม่ว่าเกิดผลเช่นไร ใครจะตอบได้ว่าทำไมหรือเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนลอง คิดความีสาเหตุอย่างอื่นอีกหรือไม่ ใครจะลองอธิบายได้ ถ้ายังคิดไม่ออกก็กลับไปดูคำถาม และคำตอบในชั้น O ใหม่ พิจารณารวมกับสิ่งที่กับแนวทาง ใครจะอธิบายได้ ทำไมถึงคิดว่าเป็น อย่างนั้น มีเหตุผลอะไร

๓. คำถามทำนาย (Prediction) ครูอาจจะถามว่าจากที่นักเรียนสรุปได้
แล้วว่า --- ถ้าครูจะเปลี่ยน --- แทนการใช้ --- จะเกิดผลเช่นเดียวกันหรือไม่
หรือจะเกิดอะไรขึ้น หรือ ใครคิดว่าครูจะนำเอา --- มาแทน --- ได้บ้าง เป็นต้น

๔. คำถามประเภทการนำไปใช้ประโยชน์ (Control และ Creativity) ครูอาจ
จะถามว่า จากผลอันนี้นักเรียนคิดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอะไรได้บ้าง นักเรียน
สองนี้ถ้าได้มีเครื่องมือเครื่องใช้อะไรบ้าง ที่นำหลักการอย่างนี้ไปช่วยสร้างเครื่องมือเหล่านั้น
ได้ เป็นต้น

หมายเหตุ

๑. ในขณะที่ครูถามอยู่ในขั้นที่ ๔ ขึ้นนั้น ถ้ามีนักเรียนอยากถามบ้าง เพื่อที่จะช่วยให้
นักเรียนสรุปได้เร็วขึ้นก็ได้ คำถามของนักเรียนนั้นจะตอบหรือไม่ตอบก็พิจารณาว่า ถ้าเป็นคำถาม
ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน ครูอาจจะย้อนกลับไปถามใหม่ ถ้าเป็นคำถามที่ยาก ครูก็ตอบให้เลย
เช่นอาจตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ ไม่เกี่ยว เป็นต้น

๒. เปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นแสดงความคิดเห็นในคำถาม และคำตอบของนักเรียน
เอง ว่าใครคิดถูกหรือผิดเพราะเหตุไร

นอกจากนี้ก่อนที่จะลงมือทดลองสอน ผู้วิจัยได้วางแผนในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดที่ครู เป็นผู้ถามเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

๑. ชี้แจงกับนักเรียนก่อนว่า ครูจะสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบไหน นักเรียนต้องทำกิจกรรม
อะไรบ้างในระหว่างที่ครูสอน อธิบายความหมายของศัพท์เทคนิคต่าง ๆ ที่จะใช้ในการเรียน
การสอน

๒. ฝึกการถามของครูให้นักเรียนเข้าใจ และให้นักเรียนหัดตอบ ถ้านักเรียนจะถาม
บ้างก็ต้องถามให้คำถามเป็นแบบ ๔ ขั้น ดังกล่าวแล้ว

๓. จะมีการบอกหัวข้อที่จะเรียนเป็นครั้งคราวแล้วแต่ความเหมาะสม

๔. ให้สังเกตกับแนวทาง โดยพิมพ์แจกนักเรียนที่ละหน่วยย่อยของ โครงหนการสอน

๕. แสดงการทดลองให้นักเรียนดู ให้ภาพ เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ให้ฟัง

๖. ครูตั้งคำถามแบบสังเกตก่อน แล้วถามขั้นการอธิบาย จนเกิดเกิด Conceptual Conflict

๗. นักเรียนต้องจดคำถามของครู และของนักเรียนด้วยกันเป็นรายชื่อ แล้วค่อย ๆ จดคำตอบไปที่ละข้อสลับกันไป

๘. การถามของครู จะถามนักเรียนเป็นรายคน ถามให้นักเรียนตอบพร้อม ๆ กัน ให้ตอบความสนใจ สลับกันไป

๙. ถ้านักเรียนไม่เข้าใจคำถาม ก็ถามซ้ำ ครูจะมีการอธิบายและทวนสื่กับแนวทางเพิ่มเติม

๑๐. ถ้านักเรียนตอบคำถามของครูไม่ได้ ครูจะต้องทวนสื่กับแนวทาง และความรู้อื่น ๆ ที่ได้จาก การสังเกตไปแล้ว แล้วให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานด้วยตนเอง

๑๑. ในกรณีที่นักเรียนเพียงไม่กี่คน ตอบคำถามหรือสนใจ ครูควรถามนักเรียนคนอื่นบ้าง

๑๒. เมื่อนักเรียนตอบคำถามของครู ครูควรจะยอถามเหตุผลในบางคำตอบ

๑๓. การทวนคำถาม และ สื่กับแนวทาง ควรใช้คำว่า "เธอได้ความรู้อะไรไปบ้าง แล้วจาก สื่กับแนวทาง จากคำถามและคำตอบข้างต้น" "และตอนนี้ครูถามว่า - - -" "อย่าลืมว่าตอนนี้เรากำลัง เรียนเพื่อต้องการว่า - - -" (ในกรณีที่มีการบอกหัวข้อก่อน)

๑๔. คำถามแรกควรจะเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียน เกิดความสงสัย ถ้าการทดลองไม่ได้ทำให้เกิดอย่างแจ่มแจ้ง

๑๕. หลังจากการตอบคำถามหมดทุกขบวนการแล้ว ครูและนักเรียนช่วยกันสรุป และให้นักเรียนจดลงในสมุด

๑๖. การบ้าน

- ถ้าในกรณีที่ไม่ได้ให้นักเรียนจดคำถามและคำตอบไปเลย ควรจะเอาคำถามทุกคำถามให้ทำเป็นการบ้าน โดยให้ไปตอบคำถามมา พร้อมกับให้เหตุผล
- ให้การบ้านเป็นคำถามชั้น C ไปตอบมา ในกรณีที่สอนไม่จบในชั่วโมง
- ให้นักเรียนบอกถึงประโยชน์ในเรื่องการนำเอาหลักกฎเกณฑ์ สื่กับที่นักเรียนได้รับไปใช้ทำอะไรได้บ้าง

๑๗. หลังจากเรียนแต่ละหน่วยไปแล้ว ควรทำเป็นแผนภูมิคิดไว้ตามาห้อง

๕. การดำเนินการทดลอง

๕.๑ ทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการลงมือการสอน (Pre-Test) ด้วยข้อทดสอบวัดความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ข้อทดสอบวัดแบบการรับรู้ และข้อทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

๕.๒ ทดลองสอน สัปดาห์ละ ๓ ชั่วโมง ประมาณ ๒๐ สัปดาห์ ตามแผนการทดลองที่กล่าวมาแล้ว

๕.๓ ทดสอบทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังจากสอน (Post - Test) ด้วยข้อทดสอบ ๓ ชนิด ในข้อ ๕.๑

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

๑. หาคะแนนเฉลี่ยใช้สูตร (Guilford, 1960 : 44)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ

$\bar{X}$ แทน แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๒. หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร (Ferguson, 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๓. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ใช้สูตร (Garrett, 1966 : 143)

$$r = \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{(N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)(N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}}$$

เมื่อ

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ΣXY แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนน X กับ Y

$\Sigma X, \Sigma Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X กับคะแนน Y ตามลำดับ

$\Sigma X^2, \Sigma Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๔. การทดสอบความแตกต่างของพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (Ferguson, 1966:154)

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}}$$

$$S_{\bar{D}} = \frac{S_D}{\sqrt{n}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอัตราส่วนวิกฤต

$\bar{D}$ แทน ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ (Mean Difference)

$S_{\bar{D}}$ แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Mean Difference

S_D แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๕. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) (Lindquist,
1956 : 319 - 323)

Source of Variation	df	SP	SS _Y	df	MS _Y	F
Treatments (A)	a - 1	$SP_A = \sum_{j=1}^a \frac{T_{X_i} T_{Y_i}}{n_i} - \frac{T_X T_Y}{N}$	$SS'_A = SS'_T - SS'_W$	a-1	$SS'_A / (a-1)$	$\frac{MS'_A}{MS'_W}$
Within (W)	N - a	$SP_W = SP_T - SP_A$	$SS'_W = SS'_{TW} - \frac{(SP_W)^2}{SS_{WX}}$	N-a-1	$SS'_W / N-a-1$	
Total	N - 1	$SP_T = \sum_{j=1}^a \frac{XY}{N} - \frac{T_X T_Y}{N}$	$SS'_T = SS_{TY} - \frac{(SP_T)^2}{SS_{TX}}$	N-2		

เมื่อ	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม
	X, Y	แทน	คะแนนดิบก่อนและหลังทำการทดลองตามลำดับ
	SS	แทน	Sum Square
	SP	แทน	Sum Product
	SS'	แทน	Adjusted Sum Square
	MS	แทน	Mean Square
	MS'	แทน	Adjusted Mean Square
	F	แทน	F - test

๖. ทดสอบความแตกต่างเมื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t - test (Lindquist, 1956 : 319 - 323)

$$t = \frac{\bar{Y}'_i - \bar{Y}'_j}{\sqrt{\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} + \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{SS_{WX}}}} MS'_{WY}$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกและให้เป็นที่เข้าใจตรงกันในการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมาย จึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

X, Y แทน	คะแนนจากการสอบครั้งแรก (Pretest) และการสอบครั้งหลัง (Post - Test) ตามลำดับ
a แทน	ผลต่างของ X และ Y
$\bar{X}, \bar{Y}$ แทน	คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรก (Pretest) และการสอบครั้งหลัง (Post - Test) ตามลำดับ
S แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S^2 แทน	ความแปรปรวน
N แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม
r แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
df แทน	degree of freedom
S_D แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบก่อนและหลังการสอน
$\bar{D}$ แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบทั้ง ๒ ครั้ง
SS แทน	Sum Square
SP แทน	Sum Product
MS แทน	Mean Square
SS' แทน	Adjusted Sum Square

MS	แทน	Adjusted Mean Square
$\bar{Y}$	แทน	Adjusted Mean Y
b_w	แทน	Regression Y, on X Within
กลุมทดลอง ๑	แทน	นักเรียนกลุมที่สอนโดยวิธี Passive Inquiry
กลุมทดลอง ๒	แทน	นักเรียนกลุมที่สอนโดยวิธี Active Inquiry
กลุมควบคุม	แทน	นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม
s_1^2, s_2^2	แทน	คะแนนคุณภาพของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับรูปภาพ และภาษาตามลำดับ
s_{11}^2, s_{22}^2	แทน	คะแนนจำนวนข้อของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับรูปภาพ และภาษาตามลำดับ
T	แทน	คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
k_1, k_2, k_3	แทน	คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดการรับรู้แบบวิเคราะห์, แบบจำแนกประเภท และแบบโยงความสัมพันธ์ตามลำดับ
Ex ₁	แทน	กลุมทดลอง ๑
Ex ₂	แทน	กลุมทดลอง ๒
Con	แทน	กลุมควบคุม
H ₀	แทน	สมมุติฐานไร้นัยสำคัญ (Null Hypothesis)
H ₁	แทน	สมมุติฐานที่มีนัยสำคัญ (Alternative Hypothesis)
μ	แทน	คะแนนเฉลี่ยของประชากร (Population)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมาย จะแบ่งออกเป็นตอน ๆ ดังต่อไปนี้

๑. คำนวณพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ
๒. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนแบบการรับรู้

๓. ศึกษาพัฒนาการของคะแนนของการคิดแบบสืบสวนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และ
 แบบการรับรู้ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อเปรียบเทียบคะแนน
 ของการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

๔. เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูเป็นผู้นำ ผลการสอนแบบสืบสวน
 สอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำ และผลของการสอนแบบเดิมที่มีต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
 ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis
 of Covariance)

๕. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความสนใจต่อการเรียนการสอนแบบสืบสวน
 สอบสวนจากกลุ่มทดลอง ๑

๖. คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนสอนและหลังการสอน

ตาราง ๕ การศึกษาพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังการสอบของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม

แบบทดสอบ	กลุ่มทดลอง ๑				กลุ่มทดลอง ๒				กลุ่มควบคุม			
	ก่อนสอบ		หลังสอบ		ก่อนสอบ		หลังสอบ		ก่อนสอบ		หลังสอบ	
	$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S
ก ^๑	๔๔.๒๒๒๒	๓๑.๖๕๑๔	๑๔๕.๕๑๖๖	๔๔.๓๕๒๐	๕๕.๐๐๐๐	๓๔.๗๐๑๓	๑๓๕.๕๑๑๓	๔๓.๑๕๕๒	๔๓.๕๖๖๖	๒๑.๓๐๕๖	๑๒๓.๑๓๓	๓๖.๒๕๕๕
ก ^๒	๖๔.๓๕๐๐	๒๓.๔๕๓๔	๕๕.๒๒๒๖	๓๑.๔๕๒๐	๖๔.๓๒๒๕	๒๔.๕๕๕๕	๑๒๑.๕๒๕๕	๒๓.๕๖๖๓	๖๑.๐๕๕๒	๔๕.๐๕๕๒	๔๕.๐๖๖๖	๒๕.๒๕๕๕
ก ^๓	๕๑.๕๕๕๕	๑๖.๑๐๑๐	๑๓๓.๕๐๐๐	๕๖.๕๖๕๕	๑๐๓.๒๐๕๕	๓๐.๕๖๕๐	๑๕๒.๕๕๕๕	๕๐.๓๕๕๕	๕๕.๕๖๖๖	๒๑.๕๖๖๖	๑๐๕.๗๖๖๖	๓๓.๐๑๑๑
ก ^๔	๓๖.๕๐๐๐	๑๑.๕๕๕๕	๑๐๐.๕๖๖๖	๓๐.๕๖๕๕	๕๕.๕๑๑๓	๒๓.๕๕๕๑	๑๐๒.๐๕๕๕	๑๑.๕๖๕๕	๖๖.๒๖๖๖	๑๖.๒๐๕๕	๓๕.๑๓๓๓	๒๕.๖๕๕๕
ก ^๕	๕๕.๕๖๖๖	๑๑.๐๑๕๕	๕๕.๓๓๓๓	๑๑.๕๖๕๕	๕๕.๒๒๒๕	๑๐.๖๑๖๖	๑๐๑.๒๕๕๕	๓๑.๓๕๕๕	๑๐๑.๑๓๓๓	๑๐.๐๕๕๕	๑๐๒.๐๓๓๓	๕๕.๕๖๕๕
ก ^๖	๒๓.๕๖๖๖	๑๖.๕๕๕๕	๕๕.๒๒๒๖	๒๓.๕๖๕๕	๓๐.๖๑๖๖	๒๐.๕๕๕๕	๓๖.๒๕๕๕	๑๖.๖๒๒๒	๕๕.๑๐๐๐	๒๒.๖๕๕๕	๕๐.๑๐๐๐	๑๕.๕๖๕๕
ก ^๗	๔๕.๕๖๖๖	๑๑.๕๕๕๕	๑๐๐.๕๖๖๖	๓๐.๕๖๕๕	๕๕.๒๒๒๕	๑๐.๖๑๖๖	๑๐๑.๒๕๕๕	๓๑.๓๕๕๕	๑๐.๕๖๖๖	๑๖.๕๖๖๖	๒๒.๕๖๖๖	๑๕.๕๖๕๕

จากตาราง ๕ พิจารณาคะแนนความคิดแบบทดสอบส่วนที่รูปภาพเบลอคือคะแนนรูปภาพ (ส.๑) คะแนนเฉลี่ย และการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอบแล้ว คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด กลุ่มควบคุมคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด การกระจายของคะแนนกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นมากที่สุด กลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มทดลอง ๑

พิจารณาคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ (ส_๒)
คะแนนเฉลี่ย และการกระจายกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และ
กลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอนแล้ว คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มมากที่สุดของ
กลุ่มควบคุมเพิ่มน้อยที่สุด การกระจายกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มน้อยที่สุด ของ
กลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเกือบเท่ากัน

พิจารณาคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดรูปภาพเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ (ส_{๑๑})
คะแนนเฉลี่ยและการกระจายกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม
เพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอนแล้ว คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มมากที่สุด ของกลุ่มควบคุม
เพิ่มน้อยที่สุด การกระจายกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มมากที่สุด ของกลุ่มทดลอง ๒
เพิ่มน้อยที่สุด

พิจารณาคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ (ส_{๒๒})
คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เพิ่มขึ้น ส่วนการกระจายกระจาย
ของคะแนน กลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น ส่วนกลุ่มทดลอง ๒ ลดลง หลังจากทำการ
สอนแล้ว คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มมากที่สุด กลุ่มควบคุมเพิ่มน้อยที่สุด

พิจารณาคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (ท) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ๑ ลดลง
กลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม การกระจายกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลอง ๑
และกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนของกลุ่มควบคุมลดลงเล็กน้อย หลังจากทำการสอนแล้ว

พิจารณาคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ (ค_๑) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ๑ และ
กลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มขึ้น ของกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มมากกว่ากลุ่มทดลอง ๑ ส่วนกลุ่มควบคุมคะแนนเฉลี่ย
ลดลง การกระจายกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลอง ๑ และ ๒ เพิ่มมากขึ้น และของกลุ่มทดลอง ๒
เพิ่มมากกว่ากลุ่มทดลอง ๑ ส่วนของกลุ่มควบคุมลดลง หลังจากทำการสอนแล้ว

พิจารณาคะแนนการรับรู้แบบจำแนกประเภท (ค_๒) คะแนนเฉลี่ยและการกระจายกระจาย
ของคะแนนของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอนแล้ว
คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มมากที่สุด ของกลุ่มควบคุมเพิ่มน้อยที่สุด การกระจายกระจายของ
คะแนนของกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มมากที่สุด ของกลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเกือบ
เท่ากัน

พิจารณาคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ (ค_๓) กลุ่มทดลอง ๒ คะแนนเฉลี่ย
 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ของกลุ่มควบคุมเพิ่มมากที่สุด ส่วนของกลุ่มทดลอง ๑ ลดลง การจัดกระจาย
 ของคะแนน ของกลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น กลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม
 ส่วนของกลุ่มทดลอง ๑ ลดลง หลังจากทำการสอนแล้ว



๒. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนแบบการรับรู้

จากตาราง ๖ ข้างล่าง เป็นการเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้

ตาราง ๖ แสดงค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แบบการรับรู้และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม

	ท	ค _๑	ค _๒	ค _๓	ส _๑	ส _{๑๑}	ส _๒	ส _{๒๒}
ท	—	.๑๖๙๓	-.๑๐๑๕	.๐๘๓๔	.๑๔๓๖	.๑๒๓๖	.๑๔๐๕	.๑๒๘๕
ค _๑		—	.๐๕๓๔	-.๖๔๕๓	.๐๕๓๓	.๐๕๖๑	.๓๔๘๐	.๓๖๔๓
ค _๒			—	-.๐๑๐๖	.๑๖๓๖	.๐๖๒๐	.๑๘๘๓	.๒๒๓๖*
ค _๓				—	.๑๘๓๖	.๑๘๓๑	-.๑๘๓๘	-.๑๕๐๐
ส _๑					—	.๘๒๒๘	.๔๑๖๒	.๒๒๘๒
ส _{๑๑}						—	.๔๑๓๘	.๔๓๐๑
ส _๒							—	.๘๕๔๓
ส _{๒๒}								—

df = 98

* p < .05

*** p < .001

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๖ จะแยกกล่าวทีละตอนตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ดังนี้ คือ

สมมุติฐานข้อ ๑ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้ คือ

สมมุติฐานโรนัยสำคัญ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนไม่มีความสัมพันธ์กับการรับรู้แบบวิเคราะห์ ($r_{สค_1} = 0$) การรับรู้แบบจำแนกประเภท ($r_{สค_2} = 0$) และไม่มีความสัมพันธ์กับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ ($r_{สค_3} = 0$)"

สมมุติฐานการวิจัย

ข้อ ๑.๑ "การคิดแบบสืบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ($r_{สค_1} > 0$)" จากการวิเคราะห์ขอมูลพบว่า การคิดแบบสืบสวนชนิดรูปภาพทั้งที่คิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย ข้อ ๑.๑ ทำให้ต้องยอมรับสมมุติฐานโรนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางด้านข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย ข้อ ๑.๑ คือ $r_{สค_1} > 0$ และ ปฏิเสธสมมุติฐานโรนัยสำคัญ คือ $r_{สค_1} = 0$

ข้อ ๑.๒ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ($r_{สค_2} > 0$)" จากการวิเคราะห์ขอมูลพบว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ และด้านข้อความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยข้อ ๑.๒ $r_{สค_2} > 0$ ทำให้ต้องยอมรับสมมุติฐานโรนัยสำคัญ คือ $r_{สค_2} = 0$ แต่ การคิดแบบสืบสวนทางด้านข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย ข้อ ๑.๒ และ เป็นการปฏิเสธสมมุติฐานโรนัยสำคัญ คือ $r_{สค_2} = 0$

ข้อ ๑.๓ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ($r_{สค_3} > 0$)" จากการ

วิเคราะห์ขอมูลพบว่า การคิดแบบสืบสวนด้านข้อความทั้งที่คิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อความมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติผลการวิเคราะห์ขอมูลยังไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๑.๓ จึงต้องยอมรับสมมติฐานโรนัยสำคัญ ($r_{สค} = 0$) แต่มีแนวโน้มที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๑.๓ จึงต้องยอมรับสมมติฐานโรนัยสำคัญ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อความปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งค้านกับสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๑.๓ และ สมมติฐานโรนัยสำคัญ ($r_{สค} = 0$) ด้วย

สมมติฐานข้อ ๒ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้คือ

สมมติฐานโรนัยสำคัญ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ($r_{สท} = 0$)"

สมมติฐานการวิจัย

ข้อ ๒ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ($r_{สท} > 0$) จากการวิเคราะห์ขอมูลในตาราง ๖ พบว่าการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางด้านรูปภาพและข้อความทั้งที่คิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อความมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๒ ($r_{สท} > 0$) จึงต้องยอมรับสมมติฐานโรนัยสำคัญ ($r_{สท} = 0$) แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ขอมูลแล้วมีแนวโน้มจะมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r_{สท} = .๑๔๓๒$,

$r_{สท} = .๑๔๓๒$, $r_{สท} = .๑๔๐๕$, $r_{สท} = .๑๒๘๕$)

สมมติฐานข้อ ๓ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้ คือ

สมมติฐานโรนัยสำคัญ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับการรับรู้แบบวิเคราะห์ ($r_{ทค} = 0$) การรับรู้แบบจำแนกประเภท ($r_{ทค} = 0$) และการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ ($r_{ทค} = 0$)"

สมมุติฐานการวิจัย

ข้อ ๓.๑ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ($r_{ทค} > ๐$)" ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจาก ตาราง ๖ พบว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยข้อ ๓.๑ จึงต้องยอมรับสมมุติฐาน ไร้นัยสำคัญ ($r_{ทค} = ๐$) แต่มีแนวโน้มที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r_{ทค} = .๑๖๓๓$)

ข้อ ๓.๒ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนก ประเภทย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ($r_{ทค} > ๐$)" ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตาราง ๖ พบว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบจำแนกประ เภทแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย ข้อ ๓.๒ จึงต้องยอมรับสมมุติฐาน ไร้นัยสำคัญ ($r_{ทค} = ๐$)

ข้อ ๓.๓ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบ โยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ($r_{ทค} < ๐$)" จากผลการ วิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๖ พบว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้ แบบโยงความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยข้อ ๓.๒ จึงต้องยอมรับสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ ($r_{ทค} = ๐$)

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งทางด้านรูปภาพ และข้อความและเมื่อศึกษาระดับทั้งทางด้านคุณภาพและจำนวนข้อ พบว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ทั้งหมด

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ พบว่าการรับรู้แบบวิเคราะห์ มีความสัมพันธ์ ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประ เภทแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์ทางลบกับการ รับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อย่าง มีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .๐๐๑ และการรับรู้แบบจำแนกประ เภท มีความสัมพันธ์ในทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๓. ศึกษาพัฒนาการของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อ เปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนทำการสอนและหลังทำการสอน ผลการ วิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์หอยอมลจากตาราง ๗ เพื่อทดสอบสมมติฐานซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งไว้ดังต่อไปนี้
สมมติฐานไร้นัยสำคัญ

$$H_o : \mu_{EX_1} \text{ (ก่อนสอน)} = \mu_{EX_1} \text{ (หลังสอน)}$$

$$H_o : \mu_{EX_2} \text{ (ก่อนสอน)} = \mu_{EX_2} \text{ (หลังสอน)}$$

$$H_o : \mu_{con} \text{ (ก่อนสอน)} = \mu_{con} \text{ (หลังสอน)}$$

คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑
กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย ซึ่งแยกไว้ดังนี้ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1} \text{ (ก่อนสอน)} < \mu_{EX_1} \text{ (หลังสอน)}$$

$$H_a : \mu_{EX_2} \text{ (ก่อนสอน)} < \mu_{EX_2} \text{ (หลังสอน)}$$

$$H_a : \mu_{con} \text{ (ก่อนสอน)} < \mu_{EX_2} \text{ (หลังสอน)}$$

คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑
กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม จะพัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕
หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

ตาราง ๗ แสดงพัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของแบบทดสอบ
ชนิดรูปภาพ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและ
หลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	S_D	t
กลุ่มทดลอง ๑ (Passive Inquiry)	๓๖	๕๕.๖๘๔๔	๖.๔๘๓๐	๘.๕๓๗๖ ***
กลุ่มทดลอง ๒ (Active Inquiry)	๓๔	๘๔.๘๕๒๘	๖.๕๖๓๐	๑๒.๕๒๑๑ ***
กลุ่มควบคุม	๓๐	๓๔.๑๖๖๖	๕.๓๕๑๑	๗.๓๑๔๓ ***

$P < .001$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๓ พบว่า ทั้งกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถามและให้นักเรียนเป็นผู้ถามตามลำดับ กับกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการสอนแบบเดิม มีพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพ เพื่อคิดคะแนนคุณภาพเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยดังกล่าวแล้ว และเป็นการปฏิเสธสมมติฐานโรนัยสำคัญดังกล่าวแล้วเช่นกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๔ เพื่อทดสอบสมมติฐานซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งไว้ดังต่อไปนี้
สมมติฐานโรนัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย ซึ่งแยกไว้ดังนี้ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม น่าจะพัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เมื่อได้รับการสอนแล้ว"

ตาราง ๘ แสดงพัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนจำนวนข้อของแบบทดสอบชนิดรูปภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	S_D	t
กลุ่มทดลอง ๑ (Passive Inquiry)	๓๖	๓๓.๓๘๘๘	๔.๑๘๖๑	๗.๕๗๒๑***
กลุ่มทดลอง ๒ (Active Inquiry)	๓๕	๕๓.๒๐๕๕	๔.๘๑๒๒	๑๑.๐๖๖๔***
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒๔.๗๐๐๐	๒.๕๐๔๒	๘.๕๐๔๕***

*** P < .001

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๘ พบว่าทั้งกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดโครงเป็นคำถามและนักเรียนเป็นคำถาม ตามลำดับกับกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการสอนแบบเดิม มีพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพเมื่อศึกษาคะแนนจำนวนข้อเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยดังกล่าวแล้ว และ เป็นการปฏิเสธสมมุติฐานไว้นัยสำคัญดังกล่าวแล้วเช่นกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๙ เพื่อทดสอบสมมุติฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งไว้ดังต่อไปนี้
สมมุติฐานไว้นัยสำคัญ

$$\begin{aligned} H_o : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) &= \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน}) \\ H_o : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) &= \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน}) \\ H_o : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) &= \mu_{con} (\text{หลังสอน}) \end{aligned}$$

คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านข้อความเมื่อศึกษาคณะคุณภาพของกลุ่มทดลอง
กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย ซึ่งแยกไว้ดังนี้ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1} \text{ (ก่อนสอน)} < \mu_{EX_1} \text{ (หลังสอน)}$$

$$H_a : \mu_{EX_2} \text{ (ก่อนสอน)} < \mu_{EX_2} \text{ (หลังสอน)}$$

$$H_a : \mu_{con} \text{ (ก่อนสอน)} < \mu_{con} \text{ (หลังสอน)}$$

คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านข้อความเมื่อศึกษาคณะคุณภาพของนักเรียนกลุ่ม
ทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม นั้นจะพัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย
ที่ระดับ .๐๕ เมื่อได้รับการสอนแล้ว"

ตาราง ๕ แสดงพัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อศึกษาคณะคุณภาพของ
แบบทดสอบชนิดข้อความของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม
เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	S_D	t
กลุ่มทดลอง ๑ (Passive Inquiry)	๓๖	๔๑.๖๑๑๑	๕.๘๑๒๐	๑๔.๖๔๑๘***
กลุ่มทดลอง ๒ (Active Inquiry)	๓๔	๓๔.๓๒๓๕	๖.๕๔๓๔	๖.๐๐๔๑***
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๖.๒๓๓๓	๔.๓๕๖๑	๓.๓๒๖๕***

$P < .001$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๕ พบว่าทั้งกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ ซึ่ง
ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และที่นักเรียน เป็นผู้ถามตามลำดับ กับกลุ่มควบคุม
ซึ่งได้รับการ สอนแบบเดิม มีพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ด้านข้อความ เมื่อศึกษาคณะ

คุณภาพเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยดังกล่าวแล้ว และเป็นการปฏิเสธสมมติฐานโรนัยสำคัญดังกล่าวแล้วเช่นกัน

ผลการวิเคราะห์หزمونดีในตาราง ๑๐ เพื่อทดสอบสมมติฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งไว้ดังต่อไปนี้
สมมติฐานโรนัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านข้อความเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย ซึ่งแยกไว้ดังนี้ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านข้อความเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม น่าจะพัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เมื่อได้รับการสอนแล้ว"

ตาราง ๑๐ แสดงพัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนจำนวนขอของแบบทดสอบชนิดขอความของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	S_D	t
กลุ่มทดลอง ๑ (Passive Inquiry)	๓๖	๒๓.๕๗๒๒	๕.๓๓๓๕	๑๕.๗๕๗๖ ***
กลุ่มทดลอง ๒ (Active Inquiry)	๓๕	๒๓.๒๐๕๘	๕.๗๕๕๒	๕.๘๘๖๒ ***
กลุ่มควบคุม	๓๐	๑๒.๖๖๖๖	๒.๖๖๖๖	๕.๕๒๖๑ ***

*** $P < .001$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๑๐ พบว่า ทั้งกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และนักเรียนเป็นผู้ถามคำตอบสำคัญกับกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการสอนแบบเดิม มีพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านขอความ เมื่อศึกษาคะแนนจำนวนขอเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยทั้งกล่าวแล้ว และเป็นการปฏิเสธสมมติฐานโรนัยสำคัญทั้งกล่าวแล้วเช่นกัน

การที่จะวิเคราะห์ต่อไปว่าคะแนนพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนของนักเรียนกลุ่มใดมีมากกว่ากันหลังจากได้รับการสอนแล้วนั้นจะเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในตอนต่อไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๑๑ เพื่อทดสอบสมมติฐานซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งไว้ดังต่อไปนี้
สมมติฐานโรนัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย ซึ่งแยกไว้ดังนี้ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ (EX_1) ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๒ (EX_2) ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และของนักเรียนกลุ่มควบคุม (con) ซึ่งได้รับการสอนแบบเจิม นาคะพัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

ตาราง ๑๑ แสดงพัฒนาการทางทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	S_D	t
กลุ่มทดลอง ๑ (Passive Inquiry)	๓๖	-๔.๑๖๖๖	๑.๕๕๑๒	-๒.๑๘๔๓**
กลุ่มทดลอง ๒ (Active Inquiry)	๓๔	๓.๘๕๖๕	๑.๘๕๕๑	๒.๐๗๒๔*
กลุ่มควบคุม	๓๐	- .๖๐๐๐	๑.๖๓๓๔	- .๓๖๗๔

$$* P < .05$$

$$** P < .01$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๑๑ พบว่า กลุ่มทดลอง ๑ มีคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งค้านกับสมมติฐานไว้นัยสำคัญ

$(M_{EX_1}(\text{ก่อนสอน}) = M_{EX_1}(\text{หลังสอน}))$ และสมมติฐานการวิจัย $(M_{EX_1}(\text{ก่อนสอน}) < M_{EX_1}(\text{หลังสอน}))$ นั่นคือกลุ่มทดลอง ๑ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลง หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ส่วนกลุ่มทดลอง ๒ มีคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์พัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้วสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย $(M_{EX_2}(\text{ก่อนสอน}) < M_{EX_2}(\text{หลังสอน}))$ และเป็นการปฏิเสธสมมติฐานโรนัยสำคัญ $(M_{EX_2}(\text{ก่อนสอน}) = M_{EX_2}(\text{หลังสอน}))$ นั่นคือ กลุ่มทดลอง ๒ หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

และกลุ่มควบคุม มีคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย $(M_{con}(\text{ก่อนสอน}) < M_{con}(\text{หลังสอน}))$ จึงต้องยอมรับสมมติฐานโรนัยสำคัญ $(M_{con}(\text{ก่อนสอน}) = M_{con}(\text{หลังสอน}))$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๑๒ เป็นการทดสอบสมมติฐานที่ผู้วิจัยได้ตั้งขึ้นดังต่อไปนี้

สมมติฐานโรนัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_{EX_1}(\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_1}(\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{EX_2}(\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_2}(\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{con}(\text{ก่อนสอน}) = \mu_{con}(\text{หลังสอน})$$

คือ "การรับรู้แบบวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ (EX_1) ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม กลุ่มทดลอง ๒ (EX_2) ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และของกลุ่มควบคุม (con) ที่ได้รับการสอนแบบเดิมจะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย ซึ่งแยกไว้ดังนี้ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1}(\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_1}(\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{EX_2}(\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_2}(\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{con}(\text{ก่อนสอน}) < \mu_{con}(\text{หลังสอน})$$

คือ "การรับรู้แบบวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และของกลุ่มควบคุม จะพัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

ตาราง ๑๒ แสดงพัฒนาการทางการรับรู้แบบวิเคราะห์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุมเมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	$S_{\bar{D}}$	t
กลุ่มทดลอง ๑ (Passive Inquiry)	๓๖	๒๔.๕๘๓	๓.๓๓๗๘	๗.๒๓๗๘ ***
กลุ่มทดลอง ๒ (Active Inquiry)	๓๔	๔๓.๕๘๘๒	๒.๘๑๖๒	๑๕.๕๘๘๕ ***
กลุ่มควบคุม	๓๐	-๘.๕๖๖๖	๓.๕๓๒๐	-๒.๓๘๗๑ *

* $P < .05$

** $P < .01$

*** $P < .001$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๑๒ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย

(M_{EX1} (ก่อนสอน) $< M_{EX1}$ (หลังสอน)) และเป็นการปฏิเสธสมมุติฐานโรนัยสำคัญ

(M_{EX1} (ก่อนสอน) $= M_{EX1}$ (หลังสอน)) นั่นคือการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีการรับรู้แบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้น

นักเรียนกลุ่มทดลอง ๒ ก็มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย (M_{EX2} (ก่อนสอน) $< M_{EX2}$ (หลังสอน))

และเป็นการปฏิเสธสมมุติฐานโรนัยสำคัญ (M_{EX2} (ก่อนสอน) $= M_{EX2}$ (หลังสอน)) นั่นคือการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีส่วนช่วยส่งเสริมการรับรู้แบบวิเคราะห์

และนักเรียนกลุ่มควบคุม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

ซึ่งค้านกับสมมุติฐานการวิจัย (M_{con} (ก่อนสอน) $> M_{con}$ (หลังสอน)) และเป็นการปฏิเสธสมมุติฐานโรนัยสำคัญ (M_{con} (ก่อนสอน) $= M_{con}$ (หลังสอน)) ด้วย แสดงว่า

การสอนแบบเดิมมีส่วนทำให้การรับรู้แบบวิเคราะห์ของนักเรียนลดลง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๑๓ เป็นการทดสอบสมมติฐานการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้
ตั้งไว้ดังต่อไปนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "การรับรู้แบบจำแนกประเภทของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และ
กลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย ซึ่งแยกไว้ดังนี้ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) < \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "การรับรู้แบบจำแนกประเภทของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ (EX_1) ที่ได้รับการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนชนิดครึ่งเป็นไปตามนักเรียนกลุ่มทดลอง ๒ (EX_2) ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวน
สอบสวนชนิดนักเรียน เป็นไปตาม และนักเรียนกลุ่มควบคุม (con) ซึ่งได้รับการสอนแบบเดิม
น่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยระดับ .๐๕
หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

ตาราง ๑๓ แสดงพัฒนาการทางด้านการรับรู้แบบจำแนกประเภทของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุมเมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	S_D	t
กลุ่มทดลอง ๑ (Passive Inquiry)	๓๖	๖.๐๒๗๗	๑.๓๕๒๕	๔.๓๒๓๖ ***
กลุ่มทดลอง ๒ (Active Inquiry)	๓๔	๑๗.๕๔๑๑	๒.๗๑๐๖	๖.๖๑๘๘ ***
กลุ่มควบคุม	๓๐	๖.๒๓๓๓	๑.๒๓๕๕	๔.๘๘๕๔ ***

*** $P < .001$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๑๓ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ นักเรียนกลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม มีพัฒนาการการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ทั้ง ๓ กลุ่ม หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และเป็นการปฏิเสธสมมติฐานโรนัยสำคัญดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

ส่วนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มใดจะมีพัฒนาการการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นมากกว่ากัน จะเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในตอนต่อไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๔ เป็นการทดสอบสมมติฐานที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ดังต่อไปนี้
สมมติฐานโรนัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_0 : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "การรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ (EX_1) ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้นำ นักเรียนกลุ่มทดลอง ๒ (EX_2) ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำ และของกลุ่มควบคุม (con) ซึ่งได้รับการสอนแบบเดิม จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอน"

สมมติฐานการวิจัย ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

$$H_a : \mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) > \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) > \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$$

$$H_a : \mu_{con} (\text{ก่อนสอน}) > \mu_{con} (\text{หลังสอน})$$

คือ "การรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม น่าจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

ตาราง ๑๔ แสดงพัฒนาการทางด้านการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	S_D	t
กลุ่มทดลอง ๑ (Passive Inquiry)	๓๖	-๕.๘๖๑๑	๑.๘๘๑๘	-๓.๑๑๔๖**
กลุ่มทดลอง ๒ (Active Inquiry)	๓๔	๑.๒๙๔๑	๒.๕๕๓๐	.๕๐๘๐
กลุ่มควบคุม	๓๐	๓.๘๐๐	๑.๖๘๕๒	๔.๖๒๘๕***

** P < .01

*** P < .001

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๑๔ พบว่า กลุ่มทดลอง ๑ มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ($\mu_{EX_1} (\text{ก่อนสอน}) > \mu_{EX_1} (\text{หลังสอน})$) และต้องปฏิเสธสมมติฐานโรันัยสำคัญ ($\mu_{EX_2} (\text{ก่อนสอน}) = \mu_{EX_2} (\text{หลังสอน})$)

กลุ่มทดลอง ๒ มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย (M_{EX_2} (ก่อนสอน) $>$ M_{EX_2} (หลังสอน)) จึงต้องยอมรับสมมติฐานโรนัยสำคัญ (M_{EX_2} (ก่อนสอน) $=$ M_{EX_2} (หลังสอน))

และกลุ่มควบคุมมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งต่างกับสมมติฐานการวิจัย (M_{con} (ก่อนสอน) $>$ M_{con} (หลังสอน)) และต่างกับสมมติฐานโรนัยสำคัญ (M_{con} (ก่อนสอน) $=$ M_{con} (หลังสอน)) แสดงว่าวิธีสอนแบบเกมส่งเสริมการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์

จากผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการของตัวแปรต่าง ๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในตอนที่ต่อไปว่า กลุ่มตัวอย่างใดมีคะแนนพัฒนาการในตัวแปรใดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างใดต่อไป

๔. เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดคู่เป็นคู่ตาม ผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นคู่ตาม และผลของการสอนแบบเกมที่มีต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance)

๔.๑ จากตาราง ๑๕ ข้างล่าง เป็นการวิเคราะห์ขอมูล และเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดคู่เป็นคู่ตาม การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นคู่ตาม และการสอนแบบเกมตามลำดับ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๕ ที่ว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดคู่เป็นคู่ตาม และชนิดที่นักเรียนเป็นคู่ตามน่าจะมีการคิดแบบสืบสวนแตกต่างกัน และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเกม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว" ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

สมมติฐานโรนัยสำคัญ H_0 : $M_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดคู่เป็นคู่ตาม (EX_1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นคู่ตาม (EX_2) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (con) ที่ได้รับการสอนแบบเกมจะมี

การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางกายภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

$$\text{สมมติฐานการวิจัย } H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$$

ตาราง ๑๕ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดรูปภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS _x	SS _y	SP	SS _{y'}	df	MS _{y'}	F
Treatment (A)	934.6010	45031.2080	5611.1199	36317.0271	2	18158.5135	**
Within (W)	88059.1890	180592.9520	71076.8001	123223.4537	96	1283.5766	14.1467
Total (T)	88993.7900	225624.1600	76687.9200	159540.4808	98		

**
P < .01

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากตาราง ๑๕ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางกายภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ $H_o : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ แสดงว่าวิธีสอนทั้ง ๓ วิธี ส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางกายภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ แตกต่างกัน ซึ่งถ้านำค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ มาเปรียบเทียบกันทีละคู่ โดยใช้ t - test จะพบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วนั้นอย่างน้อยที่สุด ๑ คู่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean) มาเปรียบเทียบ โดยใช้ t - test ดังแสดงในตาราง ๑๖ ต่อไป เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ ๕ คือ $H_a :$

$$\mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$$

ตาราง ๑๖ แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว ของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม
เมื่อค่า F ใน ตาราง ๑๕ มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{y}'$	σ^2	σ'	t
กลุ่มทดลอง ๑	๑๔๘.๖๑๕๔	๓๘.๕๕๔๙	๘.๘๖๓๑	๒.๑๘๓๑ *
กลุ่มควบคุม	๑๒๙.๒๖๖๓			
กลุ่มทดลอง ๑	๑๔๘.๖๑๕๔	๓๘.๒๙๘๑	๘.๘๕๘๖	- ๓.๓๑๘๘ **
กลุ่มทดลอง ๒	๑๓๓.๕๘๒๘			
กลุ่มทดลอง ๒	๑๓๓.๕๘๒๘	๘๐.๓๓๖๙	๘.๙๘๕๓	๕.๔๘๖๕ **
กลุ่มควบคุม	๑๒๙.๒๖๖๓			

*
P < .05

**
P < .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๑๖ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบสืบสวน
สอบสวนด้านรูปภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจาก
ได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๑ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพ
สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๕
จึงกล่าวมาแล้ว ($\mu_{EX_1} > \mu_{con}$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบสืบสวนทางด้านรูปภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ
ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๒
มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านรูปภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพสูงกว่ากลุ่มทดลอง ๑ อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๕ ($\mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2}$)

และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบสับสนสับสนทางรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๒ กับกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากทำการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๒ มีการคิดแบบสับสนสับสน สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งคล่องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๕ ($\mu_{EX_2} > \mu_{con}$)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการของการคิดแบบสับสนสับสนทางรูปภาพเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ จากตาราง ๗ สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ มีพัฒนาการการคิดแบบสับสนสูงขึ้นด้วยกันทั้ง ๓ กลุ่ม หลังจากได้รับการสอนแล้ว แต่กลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสับสนสับสนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสับสนสับสนเพิ่มมากที่สุด กลุ่มทดลอง ๑ ซึ่งได้รับการสอนแบบสับสนสับสนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสับสนสับสนสูงขึ้นต่ำกว่ากลุ่มทดลอง ๒ และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม

นั่นคือกลุ่มทดลองทั้ง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสับสนสับสนทั้ง ๒ แบบ มีการคิดแบบสับสนสับสนเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และ .๐๑ ตามลำดับ

๔.๒ จากตาราง ๑๗ ข้างล่างเป็นการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสับสนทางรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม หลังจากได้รับการสอนแบบสับสนสับสนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และได้รับการสอนแบบเดิมตามลำดับ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ ๕ ดังกล่าวมาแล้วในตาราง ๑๕ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสับสนชนิดที่ครูถาม (EX_1) ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (EX_2) และได้รับการสอนแบบเดิม (con) จะมีการคิดแบบสับสนทางรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย (ข้อ ๕) $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๑๓ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนน การคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดรูปภาพเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ กลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS _x	SS _y	SP	SS / y	df	MS / y	F
Treatment (A)	847.5921	21403.4404	4182.5553	14707.2645	2	7203.6322	17.4310 **
Within (W)	45493.1579	75336.5596	40279.4402	39673.3171	96	413.2637	
Total (T)	46340.7500	96740.0000	44462.0000	54080.5816	98		

**
P < .01

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากตาราง ๑๓ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางชนิดรูปภาพเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๑ ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานโรนัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ แสดงว่าวิธีสอนทั้ง ๓ วิธี ส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนทางชนิดรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ แตกต่างกัน ซึ่งถ้าหากนำค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ มาเปรียบเทียบทีละคู่ โดยใช้ t - test จะพบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วอย่างน้อยที่สุด ๑ คู่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean) มาเปรียบเทียบโดยใช้ t - test ดังแสดงในตาราง ๑๔ ต่อไป เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๕ คือ $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๔ แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว ของคะแนน การคิดแบบสืบสวนสอบสวน
 ชนิดรูปภาพเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่ม
 ควบคุม เมื่อค่า F ในตาราง ๓ มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{y}$	s^2	s	t
กลุ่มทดลอง ๑	๑๐๑.๖๐๑๑	๒๕.๓๓๓๐	๕.๐๓๓๑	๒.๔๘๑๓ **
กลุ่มควบคุม	๘๕.๑๑๒๒			
กลุ่มทดลอง ๑	๑๐๑.๖๐๑๑	๒๓๓.๖๔๐๐	๑๕.๒๖๖๒	๓.๖๖๓๓ **
กลุ่มทดลอง ๒	๑๑๘.๕๕๕๕			
กลุ่มทดลอง ๒	๑๑๘.๕๕๕๕	๒๖.๓๖๖๒	๕.๑๓๔๘	๕.๗๑๔๓ **
กลุ่มควบคุม	๘๕.๑๑๒๒			

**

P < .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๔ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนน
 การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางานรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่ม
 ควบคุม พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ มีการคิดแบบสืบสวนทางาน
 รูปภาพเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่ง
 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๕ ($\mu_{EX_1} > \mu_{con}$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วระหว่างกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒
 พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๒ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางานรูปภาพเมื่อคิดคะแนน
 จำนวนข้อสูงกว่ากลุ่มทดลอง ๑ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน
 การวิจัยข้อ ๕ ($\mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2}$)

และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่รับแลระหว่างกลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากได้รับการสอนแลกลุ่มทดลอง ๒ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๕ ($\mu_{EX_2} > \mu_{con}$)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและแผนพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางรูปภาพ เมื่อคิดจำนวนข้อ หลังจากได้รับการสอนแล กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ กลุ่ม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางรูปภาพเมื่อคิดจำนวนข้อ สูงขึ้นทั้ง ๓ กลุ่ม แดกลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนซึ่งฝึกเรียนเป็นญูตาม มีการคิดแบบสืบสวนเพิ่มมากที่สุด กลุ่มทดลอง ๑ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนซึ่งฝึกครู เป็นญูตามมีการคิดแบบสืบสวนสูงขึ้น แตนอยกว่ากลุ่มทดลอง ๒ และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๔.๓ จากตาราง ๑๔ ข้างล่างเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นญูตาม การสอนแบบสืบสวนสอบสวนซึ่งฝึกนักเรียนเป็นญูตาม และการสอนแบบเดิมตามลำดับ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๕ ดังในตารางที่ ๑๕ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นญูตาม (EX_1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นญูตาม (EX_2) และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม (con) จะมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางงานข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากได้รับการสอนแล"

สมมติฐานการวิจัย $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๑๕ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดข้อความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่ม
ควบคุม

Source of Variation	SSx	SSx	SP	SSy	df	MSy	F
Treatment (A)	50053.9288	23208.5576	86.0317	41507.4802	2	20753.7401	18.8461**
Within (W)	54092.5812	143947.6824	5475.2883	105716.8977	96	1101.2176	
Total (T)	104146.5100	167156.2400	45561.3200	147224.3779	98		

**
 $P < .05$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากตาราง ๑๕ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางด้านข้อความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐาน
โรนัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ แสดงว่าวิธีสอนทั้ง ๓ วิธี ส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนทางด้านข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ แตกต่างกัน ซึ่งถ้าหากนำค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ มาเปรียบเทียบกันทีละคู่ โดยใช้ t - test จะพบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วอย่างน้อยที่สุด ๑ คู่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean) มาเปรียบเทียบโดยใช้ t - test ดังแสดงในตาราง ๒๐ ต่อไปเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ ๕ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$$

ตาราง ๒๐ แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดข้อความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ กลุ่มควบคุม
เมื่อค่า F ในตาราง ๑๕ มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{y}$	$\frac{2}{6}$	6	t
กลุ่มทดลอง ๑	๑๕๗.๖๐๘๔	๕๕.๕๖๖๐	๕.๗๕๓๖	**
กลุ่มควบคุม	๕๘.๒๒๑๖			๖.๐๖๓๕
กลุ่มทดลอง ๑	๑๕๗.๖๐๘๔	๑๑๖.๓๕๘๗	๑๐.๗๘๘๘	**
กลุ่มทดลอง ๒	๑๒๓.๕๓๑๒			๓.๑๕๘๖
กลุ่มทดลอง ๒	๑๒๓.๕๓๑๒	๓๒.๗๕๐๔	๘.๕๓๑๓	**
กลุ่มควบคุม	๕๘.๒๒๑๖			๒.๕๖๖๕

**

P < .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๒๐ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนน
การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทางคำขอความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่ม
ควบคุม พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๑ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
คำขอความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๑
ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๕ ($\mu_{EX_1} > \mu_{CON}$)

เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วระหว่างกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ พบว่า
หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๑ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนคำขอความเมื่อคิด
คะแนนคุณภาพ สูงกว่ากลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน
การวิจัยข้อ ๕ ($\mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2}$)

และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วระหว่างกลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม พบว่า หลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๒ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านข้อความเมื่อ คัดคะแนนคุณภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน การวิจัยข้อ ๕

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และคะแนนพัฒนาการการคิด แบบสืบสวนสอบสวนทางด้านข้อความเมื่อคัดคะแนนคุณภาพ ดังในตาราง ๕ สรุปได้ว่า หลังจาก ได้รับการสอนแล้วกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ มีพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านข้อความ เมื่อ คัดคะแนนคุณภาพเพิ่มขึ้น กลุ่มทดลอง ๑ มีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงสุด กลุ่มทดลอง ๒ มีคะแนนเพิ่ม รองลงมาและมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๔.๔ จากตาราง ๒๑ ข้างล่างเป็นการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและเสนอผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนชนิดข้อความ เมื่อคัดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่ม ทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ คร เป็นแผน การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นแผนและการสอนแบบเดิมตามลำดับ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๕ ดังในตาราง ๑๕ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอน แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นแผน (EX_1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิด ที่นักเรียนเป็นแผน (EX_2) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (con) ที่ได้รับการสอนแบบเดิมจะมีการ คิดแบบสืบสวนด้านข้อความเมื่อคัดคะแนนจำนวนข้อ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลัง จากได้รับการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๒๑ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดข้อความเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒
กลุ่มควบคุม

Source of Variation	SSx	SSy	SP	SSy'	df	MSy'	F
Treatment (A)	29712.3480	10309.4686	-4024.9599	10587.1485	2	5293.5742	7.9246 **
Within (W)	31346.4020	57778.3214	11527.0901	53539.4360	96	667.9852	
Total (T)	61058.7500	68087.7900	15552.0500	64126.5848	98		

**

P < .01

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากตาราง ๒๑ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบสืบสวนทางคำข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๑ ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานโรนัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ แสดงว่าวิธีสอนทั้ง ๓ วิธี ส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนทางคำข้อความเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ แตกต่างกัน ซึ่งถ้าหากนำค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ มาเปรียบเทียบกันทีละคู่ โดยใช้ t - test จะพบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว อย่างน้อยที่สุด ๑ คู่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean) มาเปรียบเทียบโดยใช้ t - test ดังแสดงในตาราง ๒๒ ต่อไปเพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐานข้อ ๕ คือ

$$H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$$

ตาราง ๒๒ แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว ของคะแนน การคิดแบบสืบสวน สอบสวนชนิดขอความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนขอของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ กลุ่มควบคุม เมื่อค่า F จากตาราง ๒๑ มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{y}'$	σ^2	σ	t
กลุ่มทดลอง ๑	๑๐๘.๗๒๗๐	๖๐.๑๑๘๖	๗.๗๕๓๖	๔.๑๔๒๗**
กลุ่มควบคุม	๗๖.๒๕๖๐			
กลุ่มทดลอง ๑	๑๐๘.๗๒๗๐	๗๑.๒๐๗๒	๘.๔๓๘๔	๑.๕๒๔๓๓๓**
กลุ่มทดลอง ๒	๘๕.๘๒๒๐			
กลุ่มทดลอง ๒	๘๕.๘๒๒๐	๔๓.๖๘๖๒	๖.๖๐๕๕	๒.๘๕๔๒**
กลุ่มควบคุม	๗๖.๒๕๖๐			

**
P < .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๒๒ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนน การคิดแบบสืบสวนทางานขอความเมื่อคิดคะแนนจำนวนขอ ของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๑ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านขอความเมื่อคิดคะแนน จำนวนขอ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน การวิจัยข้อ ๕ ($\mu_{EX_1} > \mu_{con}$)

เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วระหว่างกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ พบว่า หลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มทดลอง ๒ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านขอความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนขอ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตรงปฏิกิริยาสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๕ ($\mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2}$) แต่อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑ มีแนวโน้มที่จะสูงกว่าของกลุ่มทดลอง ๒

และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้ว ระหว่างกลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม พบว่า หลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๒ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทางด้านข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๕ ($\mu_{EX_2} > \mu_{con}$)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม และคะแนนพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านข้อความเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ ดังในตาราง ๑๐ พอสรุปได้ว่า หลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ มีพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้านข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อเพิ่มขึ้น กลุ่มทดลอง ๑ มีคะแนนเพิ่มสูงสุด กลุ่มทดลอง ๒ มีคะแนนเพิ่มรองลงมา และมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

๔.๕ จากตาราง ๒๓ ข้างล่างเป็นการวิเคราะห์หยาบ และเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และการสอนแบบเติมตามลำดับ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ ๖ ที่ว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเติมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว" ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (EX_1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (EX_2) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (con) ที่ได้รับการสอนแบบเติม จะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากทำการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๒๓ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม
ทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SSx	SSy	SP	SSy	df	MSy	F
Treatment (A)	131.3033	1030.6938	-26.3123	1124.1746	2	562.0873	7.4703 **
Within (W)	10925.0567	12157.4962	7342.0923	7223.3050	96	75.2427	
Total (T)	11056.3600	13188.1900	7315.7800	8347.4796	98		

**

P < .01

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากตาราง ๒๓ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานโรนัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคำนวณเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean) โดยใช้ t - test ดังแสดงในตาราง ๒๔ ต่อไป เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๒ คือ $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๒ แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อค่า F จากตาราง ๒๓
มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{y}$	s^2	s	t
กลุ่มทดลอง ๑	๕๔.๓๘๕๖	๔.๓๐๓๘	๒.๐๗๔๕	*
กลุ่มควบคุม	๕๕.๔๘๕๕			
กลุ่มทดลอง ๑	๕๔.๓๘๕๖	๔.๓๕๒๑	๒.๐๘๖๑	**
กลุ่มทดลอง ๒	๑๐๒.๒๖๖๑			
กลุ่มทดลอง ๒	๑๐๒.๒๖๖๑	๔.๘๗๑๘	๒.๒๐๗๒	
กลุ่มควบคุม	๕๕.๔๘๕๕			

* $P < .05$

** $P < .01$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๒ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทาง
วิทยาศาสตร์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว
กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ นักเรียน
ที่ได้รับการสอนแบบเต็มมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบมีส่วนร่วม
ชนิดที่ครูเป็นผู้อบรม โดยมีความเชื่อมั่นได้ ๕๕ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคำนวณตามสมมติฐานในการวิจัย ข้อ ๒

$$(\mu_{EX_1} > \mu_{con})$$

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑
และกลุ่มทดลอง ๒ พบว่าหลังจากทำการสอนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ คือ กลุ่มทดลอง ๒ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลอง ๑ จริงโดยมีความเชื่อมั่นได้ ๘๘ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย

ข้อ ๖ ($\mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2}$)

และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๒ กับ กลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากทำการสอนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๖ ($\mu_{EX_2} > \mu_{con}$) จึงต้องยอมรับสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม จะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\mu_{EX_2} = \mu_{con}$)"

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมนี้ กับพัฒนาการของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จากตาราง ๑๑ แล้วจะเห็นว่า กลุ่มทดลอง ๑ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลง กลุ่มทดลอง ๒ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และกลุ่มควบคุมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มแนวโน้มว่าจะลดลง (ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ)

๔.๖ จากตาราง ๕ ขางล่างเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม หลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และการสอนแบบเดิมตามลำดับ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ ๗ ที่ว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว" ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ $H_o : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (EX_1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (EX_2) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (con) ที่ได้รับการสอนแบบเดิม จะมีแบบการรับรู้ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากทำการสอนแล้ว"

สมมุติฐานการวิจัย $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๒๕ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ของ
กลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SSx	SSy	SP	SSy'	df	MSy'	F
Treatment (A)	20999.0482	13219.4088	-3706.7014	27162.0347	2	13581.0173	34.8196***
Within (W)	38786.9518	66036.9812	33302.3014	37443.7760	96	390.0393	
Total (T)	59786.0000	79256.3900	29595.6000	64605.8107	98		

*** $P < .001$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากตาราง ๒๕ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ คือ การรับรู้แบบวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ แตกต่างกันอย่างเชื่อมั่นได้ ๙๙ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ $H_o : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคำนวณเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean) โดยใช้ t - test ดังแสดงในตาราง ๒๖ ต่อไป เพื่อทดสอบสมมุติฐานการวิจัยข้อ ๒ ต่อไป คือ $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๒๖ แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ของ
กลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อค่า F ในตาราง ๒๕
มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{y}'$	s^2	s	t
กลุ่มทดลอง ๑	๕๕.๐๘๕๔	๓๕.๖๑๐๕	๕.๙๖๙๕	๔.๖๒๓๐ **
กลุ่มควบคุม	๓๑.๔๗๖๐			
กลุ่มทดลอง ๑	๕๕.๐๕๔๘	๒๒.๙๓๙๒	๔.๗๘๔๕	-๔.๐๒๖๓ **
กลุ่มทดลอง ๒	๓๘.๒๕๔๒			
กลุ่มทดลอง ๒	๓๘.๒๕๔๒	๓๒.๐๒๒๒	๕.๖๕๘๘	๘.๒๖๘๑ **
กลุ่มควบคุม	๓๑.๔๗๖๐			

** P < .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๒๖ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ที่ปรับแล้ว ของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุม พบว่า หลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ มีการรับรู้แบบวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อบรม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมโดยมีความเชื่อมั่นได้ ๙๙ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยข้อ ๖

$$(\mu_{EX_1} > \mu_{con})$$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มทดลอง ๒ พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ มีการรับรู้แบบวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ชนิดที่นักเรียนเป็นไปตาม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นไปตาม โดยมีความเชื่อมั่นได้ ๘๘ เปอร์เซนต์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย

ข้อ ๒ ($\mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2}$)

และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบวิเคราะห์ที่ปรับแล้ว ของกลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๒ มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ คือสูงกว่าอย่างเชื่อมั่นได้ ๘๘ เปอร์เซนต์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย ข้อ ๒ ($\mu_{EX_2} > \mu_{con}$)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและแผนพัฒนาการของการรับรู้แบบวิเคราะห์จากตาราง ๑๒ กล่าวได้ว่า หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นไปตาม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนชนิดที่ครูเป็นไปตาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบนี้ มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นปรากฏว่ามีการรับรู้แบบวิเคราะห์ลดลงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอน

๔.๗ จากตาราง ๑๒ ข้างล่างเป็นการวิเคราะห์ขอมูลและเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบจำแนกประเภทของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นไปตาม การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นไปตาม และการสอนแบบเดิมตามลำดับ เพื่อทดสอบสมมุติฐานการวิจัย ข้อ ๔ ที่ว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นไปตาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นไปตาม น่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภท แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว" ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

สมมุติฐานไร้นัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้นำ (EX₁) , นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำ (EX₂) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (con) ที่ได้รับการสอนแบบเดิม จะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากได้รับการสอนแล้ว"

สมมุติฐานการวิจัย $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} \neq \mu_{con}$

ตาราง ๒๗ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบจำแนกประเภทของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SSx	SSy	SP	SSy'	df	MSy'	F
Treatment (A)	388.5132	5448.5367	1357.6794	3840.9567	2	1920.4783	17.0657
Within (W)	6456.7968	12892.3733	3672.7106	10803.2875	96	112.5342	
Total (T)	6845.3100	18340.9100	5030.3900	14644.2442	98		

** P < .01

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากตาราง ๒๗ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบจำแนกประเภทของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งปฏิเสธสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคำนวณเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean) โดยใช้ t - test ดังแสดงในตาราง ๒๘ ต่อไป เพื่อทดสอบสมมุติฐานการวิจัย ข้อ ๒ คือ $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} > \mu_{con}$

ตาราง ๒๔ แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการรับรู้แบบจำแนกประเภทของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อค่า F จาก ตาราง ๒๓ มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{y}$	s^2	s	t
กลุ่มทดลอง ๑	๑๒.๐๔๒๑	๖.๕๔๓๓	๒.๖๓๕๐	- ๑.๓๗๕๓
กลุ่มควบคุม	๑๖.๓๓๐๖			
กลุ่มทดลอง ๑	๑๒.๐๔๒๑	๗.๒๔๗๒	๒.๖๘๒๐	- ๖.๖๒๒๒ **
กลุ่มทดลอง ๒	๒๔.๘๖๕๒			
กลุ่มทดลอง ๒	๒๔.๘๖๕๒	๗.๑๕๓๑	๒.๖๗๕๒	๔.๕๑๑๒ **
กลุ่มควบคุม	๑๖.๓๓๐๖			

** $P < .01$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๒๔ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้วกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงต้องยอมรับสมมุติฐานโร้นัยสำคัญ ($\mu_{EX_1} = \mu_{CON}$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบจำแนกประเภทที่ปรับแล้ว ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถามมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถามจริง โดยมีความเชื่อมั่นได้ ๘๘ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐาน

การวิจัยข้อ ๒ ($\mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2}$)

และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้ที่รับรู้แล้วของกลุ่มทดลอง ๒ กับ กลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๑ คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมจริง โดยมีความเชื่อมั่นได้ ๘๘ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๒ ($\mu_{EX_2} > \mu_{con}$)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม และคะแนนการของการรับรู้แบบจำแนกประเภทในการาง ๑๓ แล้วสรุปได้ว่า หลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มขึ้น กลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มมากกว่ากลุ่มทดลอง ๑ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนชนิดที่ครูเป็นศูนย์กลางและกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มควบคุม มีการรับรู้เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน

๔.๔ จากตาราง ๒๔ ข้างล่างเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นศูนย์กลาง ชนิดที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง และการสอนแบบเดิมความสำคัญ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ ๔ ว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นศูนย์กลาง และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง น่าจะมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ต่ำกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว" ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ $H_0 : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นศูนย์กลาง (EX_1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (EX_2) และกลุ่มควบคุม (con) ที่ได้รับการสอนแบบเดิม จะมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากทำการสอนแล้ว"

สมมติฐานการวิจัย $H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} < \mu_{con}$

ตาราง ๒๕ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์
ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SSx	SSy	SP	SSy'	df	MSy'	F
Treatment (A)	2347.5021	138.7833	-350.3419	1598.1533	2	799.0766	6.2321 **
Within (W)	18608.6579	21488.0567	13069.4619	12308.9512	96	128.2182	
Total (T)	20956.1600	21626.8400	12719.1200	13907.1045	98		

**P .001

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากตาราง ๒๕ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ $H_o : \mu_{EX_1} = \mu_{EX_2} = \mu_{con}$ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคำนวณเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean) โดยใช้ t - test ดังแสดงในตาราง ๓๐ ต่อไป เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ ๒ คือ

$H_a : \mu_{EX_1} \neq \mu_{EX_2} < \mu_{con}$

ตาราง ๓๐ แสดง ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์
ของกลุ่มทดลอง ๑ กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม เมื่อค่า F จากตาราง ๒๕
มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{y}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{6}{6}$	t
กลุ่มทดลอง ๑	๑๘.๘๖๓๒	๘.๓๕๕๓	๒.๕๖๕๓	***
กลุ่มควบคุม	๒๘.๐๓๔๐			-๓.๑๐๔๔
กลุ่มทดลอง ๑	๑๘.๘๖๓๒	๓.๔๓๕๑	๒.๓๓๔๐	-๒.๓๓๔๐ *
กลุ่มทดลอง ๒	๒๔.๔๘๓๒			
กลุ่มทดลอง ๒	๒๔.๔๘๓๒	๘.๓๕๕๔	๒.๘๕๕๓	-๑.๒๓๔๖
กลุ่มควบคุม	๒๘.๐๓๔๐			

* $P < .05$

** $P < .01$

ผลการวิเคราะห์ขอมูลจากตาราง ๓๐ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากทำการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๑ มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์น้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ คือเชื่อมั่นได้ ๙๙ เปอร์เซนต์ ทำให้ไม่ยอมรับสมมติฐานไว้นัยสำคัญ และยอมรับสมมติฐานการวิจัย ($\mu_{EX1} < \mu_{con}$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ พบว่า หลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๑ มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์น้อยกว่ากลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ คือเชื่อมั่นได้ ๙๕ เปอร์เซนต์

ทำให้ต้องปฏิเสธสมมุติฐานโรนัยสำคัญ ($M_{EX_1} = M_{EX_2}$) และยอมรับสมมุติฐานการวิจัย

($M_{EX_1} \neq M_{EX_2}$)

และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๒ มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์น้อยกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ต้องยอมรับสมมุติฐานโรนัยสำคัญ ($M_{EX_2} = M_{con}$)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมกับคะแนนพัฒนาการการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ ทั้งในตาราง ๑๔ แล้ว สรุปได้ว่าหลังจากได้รับการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง ๑ ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการสอน นักเรียนกลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีคะแนนการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการสอนแบบเดิมมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นมากอย่างเชื่อมั่นได้ ๕๕ เปอร์เซ็นต์ คือการสอนแบบเดิมส่งเสริมให้นักเรียนมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์มาก

๕. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความสนใจต่อการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนจากกลุ่มทดลอง ๑ ซึ่งแบ่งออกเป็น ๓ ตอน ดังนี้

๕.๑ ความรู้สึกของนักเรียนที่เกี่ยวกับด้านการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

๕.๒ ความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับตัวครู

๕.๓ เรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียนอยากเสนอแนะให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม

ตาราง ๓๑ แสดงความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึก
ของนักเรียน เกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็น
ผู้ถาม

การ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ควย วิธีใหม่นักเรียนมีความรู้สึก	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
๑. มีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์	—	—	๒๘	๘๒.๓๕	๖	๑๗.๖๕
๒. ได้รับความรู้	๔	๑๑.๕๓	๒๗	๗๗.๑๕	๕	๑๑.๕๓
๓. น่าสนใจ	๗	๒๐.๐๐	๑๘	๕๑.๕๕	๑๐	๒๘.๕๖
๔. น่าตื่นเต้น	๕	๑๔.๒๘	—	—	๓๐	๘๕.๗๑
๕. สามารถจดจำได้	๓	๘.๕๖	๒๕	๗๑.๕๕	๗	๒๐.๐๐
๖. การดำเนินการสอนเร็ว	๑๗	๔๘.๕๗	๑๔	๔๐.๐๐	๔	๑๑.๔๓
๗. ชอบเรียน	๖	๑๗.๑๕	๒๓	๖๕.๗๐	๖	๑๗.๑๕
๘. ฟังและจดบันทึกได้ทัน	๕	๑๔.๒๘	๑๘	๕๑.๕๕	๑๒	๓๔.๑๗
๙. มีความวิตกกังวล	๑๖	๔๕.๗๑	๑๓	๓๗.๑๕	๖	๑๗.๑๕
๑๐. มีความเชื่อมั่นในการสอบ	๖	๑๗.๑๕	๒๔	๖๘.๕๗	๕	๑๔.๒๘
๑๑. การทดลอง เป็นที่น่าสนใจ	๕	๑๔.๒๘	๑๓	๓๗.๑๕	๑๓	๓๗.๑๕
๑๒. มีความอยากร่อยากเห็นเพิ่มขึ้น	๑๒	๓๔.๒๘	๕	๑๔.๒๘	๑๔	๔๐.๐๐
๑๓. การบ้านช่วยให้นักเรียนมีความ เข้าใจในบทเรียนเพิ่มขึ้น	๑๔	๓๙.๒๘	๖	๑๗.๑๕	๑๐	๒๘.๕๖
๑๔. การบ้านที่ให้มามีปริมาณ	๖	๑๗.๑๕	๒๓	๖๕.๗๐	๖	๑๗.๑๕

ตาราง ๘๒ แสดงความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึก
ของนักเรียนเกี่ยวกับตัวครู

ในขณะทำครูทำการสอนนักเรียน มีความรู้สึกวาทครู	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
๑. ใช้เสียงดัง	๒	๕.๓๓	๓๐	๘๕.๓๑	๓	๘.๕๖
๒. เข้มงวดกับระเบียบของห้อง	๑๐	๒๔.๕๖	๑๕	๔๒.๘๘	๑๐	๒๔.๕๖
๓. เปิดโอกาสให้นักเรียนถาม	๒๖	๗๔.๒๘	—	—	๕	๑๔.๓๒
๔. สนใจนักเรียน	๒๑	๖๐.๐๐	๑๔	๔๐.๐๐	—	—
๕. ตักเตือนนักเรียน	๑๔	๔๐.๐๐	๑๕	๔๒.๘๕	๖	๑๗.๑๕
๖. วางท่าแสดงว่าขี้ม	๒๒	๖๒.๘๖	๑๓	๓๗.๑๔	—	—
๗. ยอมรับฟังความคิดเห็นของ นักเรียน	๓๒	๘๑.๔๑	๒	๕.๓๓	๑	๒.๘๖

ตาราง ๓๓ แสดงความถี่ของจำนวนนักเรียนที่เสนอแนะ... เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียน
อยากเสนอแนะให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดที่ครู เป็นคำถาม

ข้อเสนอแนะ	ความถี่	ร้อยละของ จำนวนนักเรียน
๑. ครูควรมีอารมณ์ขันบ้างนักเรียนจะได้ไม่วัง (ถ้าเปลี่ยนครูได้ ก็)	๑๒	๓๓.๓๓
๒. ให้เปลี่ยนชั่วโมงวิทยาศาสตร์ไปอยู่ในชั่วโมงเช้า	๕	๑๓.๘๘

ตาราง ๓๓ (ต่อ)

ข้อเสนอแนะ	ความถี่	ร้อยละของ จำนวนนักเรียน
๓. ไม่ควรสอนเกินเวลามากนัก	๖	๑๖.๖๗
๔. ครูไม่ควรตามใจนักเรียนมากเกินไป	๕	๑๓.๘๘
๕. ครูไม่ควรถามนักเรียน ควรบอกเนื้อหาให้เลย	๒๐	๕๕.๕๖
๖. ควรมีการทบทวนให้มากกว่านี้	๔	๑๑.๑๑
๗. ไม่ควรสอนความรู้ที่ลึกซึ้งเกินไปนักเรียนไม่เข้าใจ	๒	๕.๕๖
๘. ให้นักเรียนมีการทบทวนเองบ้าง (ทบทวนเป็นกลุ่ม)	๗	๑๘.๘๘
๙. ครูพูดเร็วเกินไปควรเปลี่ยนให้ช้าลง	๕	๑๓.๘๘
๑๐. ควรมีการเปลี่ยนแปลงการสอนให้ดีขึ้น	๒	๕.๕๖
๑๑. ควรบอกให้นักเรียนไปทบทวนอ่านหนังสือเพื่อการสอบ	๒	๕.๕๖
๑๒. ไม่ควรสอนก่อนเวลา	๓	๘.๓๓
๑๓. การบ้านที่ให้ไม่ค่อยเข้าใจ	๒	๕.๕๖
๑๔. ควรให้ครูประจำชั้นสอนวิทยาศาสตร์	๓	๘.๓๓
๑๕. การสอน เป็นที่น่าเบื่อ	๒	๕.๕๖
๑๖. ขอให้มีการบ้านน้อย ๆ	๓	๘.๓๓
๑๗. ขอให้ครูเป็นผู้ตอบคำถามเอง	๒	๕.๕๕

สรุป อภิปราย และเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน แบบการรับรู้ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

๑. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง

- ๑.๑ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบการรับรู้
- ๑.๒ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
- ๑.๓ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับแบบการรับรู้

๒. เพื่อศึกษาพัฒนาการของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ ของกลุ่มทดลอง ๑ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม กลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนแบบเดิม โดยเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบก่อนทำการสอนและหลังทำการสอน

๓. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอน แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) และชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ ว่าจะส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน แบบการรับรู้ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่เพียงใด

๔. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และทัศนคติที่มีต่อตัวครูผู้สอน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ของโรงเรียนสาธิตวิทย ปีกการศึกษา ๒๕๑๔ มีจำนวน ๓ ห้องเรียน กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง ๑

กลุ่มทดลอง ๒ และกลุ่มควบคุม มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มทดลอง ๑	มี	นักเรียนชาย	๒๐ คน	นักเรียนหญิง	๑๖ คน
กลุ่มทดลอง ๒	มี	นักเรียนชาย	๒๑ คน	นักเรียนหญิง	๑๓ คน
กลุ่มควบคุม	มี	นักเรียนชาย	๑๙ คน	นักเรียนหญิง	๑๓ คน

รวมทั้งหมด ๑๐๐ คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

๑. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนใช้ของ อรทัย เสริมรสลักโก และบุญลือ ทองอยู่ (๒๕๑๔) สองฉบับ คือ ฉบับที่เป็นรูปภาพ และฉบับที่เป็นข้อความ (ภาษา)

๒. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ใช้ของ โชติ เพชรชื่น (นิสิตปริญญาโท วิทยาลัยการศึกษา) ซึ่งได้สร้างขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา วิชาเทคนิคการสร้างสเกลทัศนคติมี ๕๐ ข้อ แต่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ข้อทดสอบครั้งนี้เพียง ๒๔ ข้อ โดยเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกดีเท่านั้น

๓. แบบทดสอบการรับรู้ (Cognitive Styles) ใช้ของ ธงชัย ชิวปรีชา (๒๕๑๓)

วิธีดำเนินการทดลอง

สุ่มตัวอย่างห้องเรียน ที่จะใช้สอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้นำ แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำ และสอนโดยใช้วิธีสอนแบบเดิม จากห้องเรียนทั้งหมด ๑๑ ห้องเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดคณะนักเรียน แต่ละห้องตามระดับของผลสัมฤทธิ์ ในปีนั้นนักเรียนเรียนอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ คือ เก่ง ปานกลาง และค่อนข้างอ่อน ทดลองสอบจริงโดยผู้วิจัยทำการสอนห้องทดลอง ๑ เพื่อนร่วมวิจัยสอนห้องทดลอง ๒ และครูประจำการของโรงเรียน สอนห้องควบคุม วิชาที่สอนคือ วิชาวิทยาศาสตร์ สอนสัปดาห์ละ ๓ ชั่วโมง สอนอยู่ ๒ ภาคเรียน คือ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒ ของปีการศึกษา ๒๕๑๔ ได้ทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบทั้ง ๓ ฉบับ ก่อนสอน (Pre - test) และทดสอบหลังจากที่ทำการสอนแล้ว (Posttest)

เสร็จสิ้นภายใน ๒ สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาแรก และ ๒ สัปดาห์หลังของภาคเรียนที่ ๒ ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ขอมูล

๑. จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนแบบการรับรู้สรุปได้ดังนี้

๑.๑ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ ทั้งทัศนคติคะแนนคุณภาพ และคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

๑.๒ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพ มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภทแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๑.๓ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นข้อความทั้งทัศนคติคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อ มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๑.๔ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ที่วัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพและข้อความ ทั้งทัศนคติคะแนนคุณภาพ และคะแนนจำนวนข้อมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๑.๕ ทักษะทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๑.๖ ทักษะทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างไรก็ตามไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๑.๗ ทักษะทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๑.๘ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่วัดด้วยข้อทดสอบที่เป็น รูปภาพและข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อมีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

๑.๘ การรับรู้แบบวิเคราะห์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างไรก็ตามไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และการรับรู้แบบจำแนกประเภทมีความสัมพันธ์ในทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๒. จากการวิเคราะห์พัฒนาการของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๑ ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม นักเรียนกลุ่มทดลอง ๒ ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนได้รับการสอน และหลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว สรุปผลได้ดังนี้คือ

๒.๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่วัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ และข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อแล้ว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนได้รับการสอนและหลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๒.๒ หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีพัฒนาการของด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๒.๓ หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม มีการรับรู้ แบบวิเคราะห์ พัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอน แบบเดิม (กลุ่มควบคุม) มีการรับรู้แบบวิเคราะห์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๒.๔ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และชนิด ที่นักเรียน เป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ทั้ง ๓ กลุ่ม หลังจากได้รับการสอนแล้ว

๒.๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ พัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

๓. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) เพื่อเปรียบเทียบ ผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม ผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม และผลการสอนแบบเดิมที่มีต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และ แบบการรับรู้ สรุปผลได้ดังนี้

๓.๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถามมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วควยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๕ นักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถามมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วควยข้อทดสอบ ที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถามและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

สรุปแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม มีการคิด แบบสืบสวนสอบสวนทั่วควยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพเพิ่มขึ้นมากที่สุด นักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถามเพิ่มมากรองลงมา และนักเรียนที่ได้รับการ

การสอนแบบเดิม เพิ่มน้อยที่สุด

๓.๒ หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนน
จำนวนข้อสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นักเรียน
ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วด้วย
ข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดที่ครู เป็นผู้ถามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวน
สอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ
เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

สรุปแล้วหลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นฝ่ายถาม มีคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วคชช.ขอทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อเพิ่มสูงสุด นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นฝ่ายถาม เพิ่มขึ้นรองลงมา นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิม เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

๓.๓ หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดที่ครูเป็นผู้ออกแบบ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วควยขอทดสอบที่เป็นขอความ เมื่อคิดคะแนน
คุณภาพสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ออกแบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และนักเรียนที่ได้รับการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ออกแบบ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วควยขอทดสอบที่เป็น
ขอความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .๐๑

สรุปแล้วหลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ ๑ ครูเป็นผู้ถามมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วด้วยข้อทดสอบที่เป็นข้อความเมื่อคิดคะแนนคุณภาพเพิ่มขึ้นสูงที่สุด นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถามเพิ่มขึ้น

รองลงมา และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิมเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

๓.๔ หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วควยขอทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนน จำนวนข้อสงกานักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั่วควยขอทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อสงกานักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

สรุปแล้วหลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วควยขอทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ เพิ่มขึ้นสูงสุด นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถามเพิ่มขึ้นรองลงมา และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

๓.๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลง และต่ำกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และต่ำกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๑ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอน แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน แบบเดิม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปแล้วหลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถามมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลง แดลดลงน้อยกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม ซึ่งมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลงมากกว่า

๓.๖ หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม มีการรับรู้

แบบวิเคราะห์สูงกว่่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้นำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และสูงกว่่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

สรุปแล้วหลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำมีการรับรู้แบบวิเคราะห์เพิ่มสูงที่สุด และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้นำเพิ่มขึ้นรองลงมา ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์ลดลงหลังจากได้รับการสอนแล้ว

๓.๓ หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้นำ มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทสูงกว่่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำ มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทสูงกว่่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้นำ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

สรุปแล้ว หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำ มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มสูงที่สุด นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้นำเพิ่มรองลงมา และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมเพิ่มน้อยที่สุด

๓.๔ หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้นำ มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ต่ากว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และต่ากว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้นำ มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ต่ากว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปแล้วหลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้นำ มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลง นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์สูงขึ้นไปเล็กน้อย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สูงขึ้นน้อยกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม ซึ่งมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์สูงขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

อภิปรายผล

การศึกษาทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้อถาม (Passive Inquiry) ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และการสอนแบบเดิม (Traditional Teaching) ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ จะขออภิปรายผลดังต่อไปนี้

เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์

๑. การคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพ และคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวน น่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕" ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับคำกล่าวของ ซุกแมน (Kosolsreth, 1964 : 2) ที่เห็นว่า การรับรู้แบบวิเคราะห์ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการฝึกให้เกิดการคิดแบบสืบสวนสอบสวน นั่นคือการรับรู้แบบวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการรับรู้รายละเอียดของสิ่งที่ปรากฏเห็นนั้น จำเป็นในการคิดแบบสืบสวนสอบสวนมาก และควรจะสัมพันธ์กัน ส่วนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อวัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพทั้งที่คิดคะแนนคุณภาพ และคะแนนจำนวนข้อมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลอันนี้เราจะให้ข้อคิดว่า แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่เป็นข้อความนั้น วัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้ดีกว่าแบบรูปภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรทัย เศรษฐ์ลักโก (๒๕๑๔) ผู้สร้างแบบทดสอบทั้งสองฉบับขึ้น และได้ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่เป็นข้อความ สูงกว่าแบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ (แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความ เมื่อคิดจำนวนคำถาม $r_{tt} = .936$ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพ $r_{tt} = .939$ แบบทดสอบ

การคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนจำนวนคำถาม $r_{tt} = .901$ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพ $r_{tt} = .894$) นั่นคือน่าจะมีการวิจัยต่อไปเพื่อยืนยันผลที่ได้อีก ดูว่าจะเป็นจริงตามที่กล่าวนี้หรือไม่ และที่น่าจะน่าคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่วัดได้จากแบบทดสอบสองฉบับนี้ ทั้งที่คิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนขอรวมกัน แล้วหาความสัมพันธ์กับการรับรู้แบบวิเคราะห์ ความผลจะเป็นอย่างไร

๒. การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวัดด้วยขอทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนจำนวนขอ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ว่า "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕" ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับของ อรทัย เศรษฐลักโก (๒๕๑๔) พบว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท ทั้งนี้เพราะในขั้นตอนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนนั้น เน้นการรับรู้รายละเอียดของสิ่งเร้า แล้วจัดประเภทของสิ่งนั้น ซึ่งถือว่าการรับรู้แบบจำแนกประเภทเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน และจากผลการวิจัยของ อรทัย เศรษฐลักโก ยังพบว่า เด็กที่สามารถจัดประเภทของสิ่งเร้าได้มาก ก็จะตั้งคำถามได้มาก ซึ่งจากการสังเกตก็ตรงกับผลการวิจัยครั้งนี้ ส่วนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวัดด้วยขอทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนขอ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวัดด้วยขอทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพ มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยดังกล่าวแล้ว ผลอันนี้น่าจะยืนยันผลจาก ข้อ ๑.๑ ทว่าขอทดสอบที่เป็นข้อความวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้ดีกว่าชนิดที่เป็นรูปภาพ แต่อย่างไรก็ตาม น่าจะมีการวิจัยเรื่องนี้ใหม่ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ และใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่าง ๆ กัน

๓. การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวัดด้วยขอทดสอบที่เป็นข้อความ ทั้งที่คิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนขอ มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการคิดแบบสืบสวนเมื่อวัดด้วยขอทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนจำนวนขอ

มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวน น่าจะมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕" จากผลการวิจัยครั้งนี้ เมื่อดูจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่เป็นข้อความแล้ว ก็มีแนวโน้มที่จะเป็นไปตามสมมติฐาน ส่วนที่ได้จากข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ พบว่ายังขัดแย้งกับสมมติฐานที่ว่าจะใช้ยืนยันได้ว่า แบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่เป็นข้อความ น่าจะใช้วัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้ดีกว่าชนิดที่เป็นรูปภาพ และถากล่าวโดยส่วนรวมแล้ว การที่ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานนี้ อาจจะเป็นเพราะว่าเด็กไทยส่วนใหญ่ได้รับการฝึกให้มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์มาก ทั้งทางครอบครัวและทางโรงเรียนส่วนใหญ่แล้วยังไม่เคยเน้นให้รู้จักสังเกต รับรายละเอียด และจัดประเภทของสิ่งเราเท่าไรนัก เมื่อพบสิ่งเราก็มักรีบสรุป โดยไม่พิจารณาอย่างถี่ถ้วนรอบคอบ หรือไม่คิดวิเคราะห์รายละเอียด เพื่อค้นหาทางที่อาจจะเป็นไปได้หลาย ๆ วิธีด้วยกัน ผลจึงปรากฏดังนี้ แต่อย่างไรก็ตามก็อาจจะมีการวิจัยใหม่ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ และกลุ่มตัวอย่างในระดับต่าง ๆ กัน เพื่อยืนยันผลการวิจัยครั้งนี้ และยืนยันว่าข้อทดสอบวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวน และข้อทดสอบวัดการรับรู้ดังกล่าวแล้วนั้น ใช้วัดลักษณะต่าง ๆ ตามที่ได้ให้คำนิยามปฏิบัติการได้จริง

๔. การคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่วัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพและข้อความทั้งที่คิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อ มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ คือ "การคิดแบบสืบสวนสอบสวน น่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕" ที่เป็นเช่นนั้น อาจจะเป็นเพราะว่า การวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ในการวิจัยครั้งนี้วัดด้วยการตั้งคำถามตามขั้นทั้ง ๔ คือ คำถามขั้นการสังเกต คำถามขั้นการอธิบาย คำถามขั้นการทำนาย และคำถามขั้นการควบคุมและสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นโต้แย้งในคำถามเหล่านั้นว่าจะเหมาะสมมีเหตุผลมากน้อยเพียงใด ส่วนพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น คือความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งจะแสดงออกด้วยการถามคำถามได้วิธีหนึ่ง แล้วยังมีอีกหลายองค์ประกอบ เช่น ความมีเหตุผล การตัดสินใจอย่างไตร่ตรองไม่

ไม่หันหน้าหลังแล่น มีจิตใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของบุคคลอื่น มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์อยู่เสมอ มีแนวคิดกว้าง (Objectivity) มีความซื่อสัตย์ทางวิชาการ และรู้จักอดทน (Haney 1969, 198 - 204) นอกจากนี้ก่อนที่จะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้วนั้น จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude Towards Science) เสียก่อน เช่น ทัศนคติชอบเรียนและค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประสพผลสำเร็จในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ซึ่งมีองค์ประกอบอีกหลายอย่าง ด้วยเหตุดังกล่าวนี้อาจจะเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยยังมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่สูงพอ หรือขอทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพในการวัดไม่ครอบคลุมองค์ประกอบต่าง ๆ ของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวมาแล้ว จึงทำให้ผลที่ได้ยังไม่สัมพันธ์กันอย่างเด่นชัด

๕. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบวิเคราะห์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์น่าจะมีการสัมพันธ์กับการรับรู้แบบวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยในระดับ .๐๕" ผลการวิจัยที่ได้นี้อาจจะเป็นเพราะว่าเด็กนักเรียนไทยโดยทั่วไปไม่ได้รับการฝึกให้รู้จักสังเกต รายละเอียดของสิ่งเร้าที่ปรากฏอยู่มากนักจนเกิดเป็นทักษะ และไม่ได้รับการสอนให้มีความรู้เกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มากนัก เช่นกัน เพราะการสอนในโรงเรียนเน้นตำรา เป็นผู้ออกให้นักเรียนเป็นส่วนมากนักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสที่จะซักถามรายละเอียดหรือสงสัยซักถามนัก ตลอดจนการอบรมเลี้ยงดูที่บ้านก็ไม่ค่อยสนับสนุนการรับรู้แบบวิเคราะห์ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ควบ นอกจากนี้ก็อาจจะเป็นเพราะว่า การรับรู้แบบวิเคราะห์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของพฤติกรรมของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ยังวัดได้ไม่ครอบคลุมองค์ประกอบทั้งหมด ดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงทำให้ผลที่ได้ยังไม่สัมพันธ์กันอย่างเด่นชัด

๖. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัย คือ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์น่าจะมีการสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยในระดับ .๐๕" ผลการวิจัยที่ได้ขัดแย้งกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ตามความเป็นจริงแล้ว การรับรู้แบบจำแนกประเภทนี้จะเกี่ยวข้องกับการรับรู้แบบวิเคราะห์อย่างใกล้ชิด น่าจะเป็น

พฤติกรรมที่ส่ง เสริมให้บุคคลมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ที่ใดผล เช่นนี้อาจจะเป็น เพราะว่าการทดสอบมีความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นหลายอย่าง เช่น กลุ่มตัวอย่างน้อยไป นักเรียนไม่ตั้งใจทำข้อทดสอบเท่าที่ควร ข้อทดสอบที่ใช้วัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ยังวัดได้ไม่ครอบคลุมเท่าองค์ประกอบต่าง ๆ หรืออาจจะเป็น เพราะว่าพฤติกรรม ๒ อย่างนี้ อาจจะอยู่คนละมิติกันก็ได้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามผลที่ได้นี้ก็ยังไม่มีความสำคัญทางสถิติ น่าจะมีการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทั้งสองนี้อีก เพื่อจัดข้อสงสัยดังกล่าว

๗. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ น่าจะมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕" ที่ตั้งสมมติฐานอย่างนี้ เพราะว่า พฤติกรรมการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ ตามความหมายในนิยามปฏิบัติการนั้น เป็นพฤติกรรมที่ตัดสินใจเลือกสิ่งเรายกยการจับคู่ และให้เหตุผลโดยใช้ประสบการณ์ของตนเองตัดสินใจเลือกในทันทีทันใด ซึ่งขัดกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ขอบหนึ่งก็คือไม่ตัดสินใจรวดเร็วเกินไปจนกว่าจะได้พิจารณาได้ข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนเสียก่อน ดังนั้นผลการวิจัยที่ได้จึงปรากฏแต่เพียงแนวโน้มที่จะเป็นไปตามสมมติฐาน แต่ยังไม่มีความสำคัญที่เป็น เช่นนี้ ก็น่าจะเป็นไปตามเหตุผลที่ผู้วิจัยแสดงมาแล้วในข้อ ๕. และที่น่าสังเกตก็คือ เด็กไทยส่วนใหญ่มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์สูง ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการสอนในโรงเรียน และการอบรมเลี้ยงดูทางครอบครัวด้วย

๘. การคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่วัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพและข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ แต่ผลที่ได้นี้จะหมายความว่าข้อทดสอบทั้งสองฉบับน่าจะวัดลักษณะเดียวกัน คือวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งแสดงออกมาด้วยการตั้งคำถามตามขั้นที่ ๔ ดังกล่าวแล้ว ซึ่งผลนี้อาจจะขัดแย้งกับผลการอภิปรายในข้อต้น ๆ คือ ข้อทดสอบที่เป็นข้อความน่าจะวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้ดีกว่าแบบรูปภาพ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าข้อสอบทั้งสองฉบับวัดได้ลักษณะเดียวกันแต่ข้อทดสอบที่เป็นข้อความ วัดคุณลักษณะนี้ได้ดีกว่าแบบที่เป็นรูปภาพก็ได้

๕. การรับรู้แบบวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และการรับรู้แบบจำแนกประเภทมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ แตผลที่ได้นี้มีแนวโน้มว่าจะเป็น ตามธรรมชาติของขบวนการทางสมองที่เกี่ยวกับขบวนการทาง วิทยาศาสตร์ กล่าวคือการรับรู้แบบวิเคราะห์และการรับรู้แบบจำแนกประเภทเป็นขบวนการ ที่เกี่ยวข้องกันมาก แต่ยังไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น่าจะเป็น เพราะว่าการลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยไป หรืออาจจะเป็นเพราะเด็กนักเรียนไทยยังไม่ค่อยได้รับการสนับสนุนให้ฝึกทักษะในการวิเคราะห์ และจำแนกประเภทเท่าที่ควร และระหว่างการเรียนรู้ แบบวิเคราะห์ มีความสัมพันธ์ในทางลบกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นี้คงจะเป็นไปตามธรรมชาติของขบวนการทางสมองของแบบการเรียนรู้ทั้ง ๒ แบบนี้ คือเป็นพฤติกรรม ที่ตรงข้ามกัน และจากผลการวิจัยครั้งนี้ก็น่าจะยืนยันได้ว่า เด็กนักเรียนไทยมีการรับรู้แบบโยง ความสัมพันธ์อย่างมาก ส่วนการเรียนรู้แบบจำแนกประเภทที่มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับรู้แบบ โยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้ก็อาจจะมีเหตุผล เช่นเดียวกับที่กล่าว มาแล้วในตอนต้น

เกี่ยวกับการศึกษาพัฒนาการของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ และแบบการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนที่จะทดลองสอนและ หลังจากทดลองสอนแล้ว และเปรียบเทียบพัฒนาการของตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าวของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ กลุ่ม จะขออภิปรายผลการวิจัยดังต่อไปนี้

๑. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีพัฒนาการการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ที่วัดด้วยข้อทดสอบที่เป็น รูปภาพ และข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อแล้ว เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ผลที่ได้นี้สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม น่าจะมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕" ผลที่ได้ในส่วนที่เป็นของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ ก็คงจะเป็นเพราะในขณะที่ทดลองสอนนั้น ได้เน้นให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองได้ตั้งคำถามตามขั้นทั้ง ๔ ดังกล่าวแล้วให้ไปทำตามขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ผลจึงปรากฏว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ กลุ่มมีพัฒนาการในการตั้งคำถามตามขั้นทั้ง ๔ สูงขึ้นกว่าตอนที่ยังไม่ได้มีการสอน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งพบว่ามีความพัฒนาการในการคิดแบบสืบสวนสอบสวน คือรู้จักตั้งคำถามตามขั้นทั้ง ๔ สูงขึ้นกว่าตอนที่ยังไม่ได้มีการสอนเช่นกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยที่คาดหวังไว้ ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมนั้นอาจเกิดการเรียนรู้จากการทำแบบทดสอบ กล่าวคือในแบบทดสอบมีตัวอย่างการทำแบบทดสอบซึ่งชี้แนวทางในการตั้งคำถาม ตามขั้นทั้ง ๔ ของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน และจะได้อะไรมาตามลำดับอย่างไรไว้ และการทดสอบก่อนทดลองสอน อาจทำให้นักเรียนกลุ่มควบคุมเกิดการเรียนรู้แล้วนำมาใช้ในการทำข้อทดสอบ ภายหลังการสอนได้เช่นกัน นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มควบคุมอาจได้รับการเรียนรู้ในเรื่องการตั้งคำถามตามขั้นทั้ง ๔ จากเพื่อนนักเรียนในกลุ่มทดลอง ซึ่งมีอยู่ ๔ หอง ด้วยกัน ทั้งนี้ก็อาจจะเป็นเพราะนักเรียนกลุ่มควบคุมมีความสนใจในการเรียนที่คณะผู้วิจัยนำไปให้ทดลองสอนก็ได้

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในพัฒนาการของการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ กลุ่ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) ได้ผลดังนี้คือ

- นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วควดยข้อทดสอบที่เป็นรูปภาพ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวนข้อเพิ่มมากที่สุด (สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งกล่าวแล้วเพิ่มมากรองลงมา (สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติระดับ .๐๑) ส่วนกลุ่มควบคุมเพิ่มน้อยที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ข้อ ๖ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนแตกต่างกัน และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว" และ

- นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั่วควดยข้อทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนแบบคุณภาพ และคะแนนจำนวนข้อเพิ่มมากที่สุด (สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .๐๑) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถามเพิ่มรองลงมา (สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑) กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิมเพิ่มน้อยที่สุด ซึ่งก็เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยเช่นกัน และสอดคล้องกับผลการวิจัยทดลองของ ซุกแมน (Suchman, 1962 : 90 - 113) ที่พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั้งจำนวนข้อคำถามและจำนวนคำถามที่แยกตามชนิดของคำถามของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ก็อาจจะเป็นเพราะว่านักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง ๒ ได้รับการฝึกการตั้งคำถามมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่อย่างไรก็ตาม ซุกแมนเองไม่ได้แยกกลุ่มทดลองออกเป็น ๒ กลุ่ม แล้วทำการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ๒ แบบ และใช้แบบทดสอบ ๒ ชนิด ดังกล่าวมาแล้ว เหมือนกับการทดลองครั้งนี้ การทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ และใช้แบบทดสอบ ๒ ชนิดนี้ ยังไม่อาจสรุปได้แน่นอนว่ากลุ่มทดลองใดมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง ทั้งนี้เพราะว่าการวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนในหน่วยด้วยการตั้งคำถามทั้ง ๔ ชั้น และแยกข้อทดสอบออกเป็น ๒ แบบด้วยกัน ดังนั้นจึงควรที่จะมีการวิจัยโดยใช้ข้อทดสอบวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับเดียว เป็นแบบทดสอบที่วัดความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ และมีการคิดคะแนนเฉพาะคำถามที่ถามอย่างมีลำดับของเหตุผล (Logical Sequence) ตามแนวคิดของ โจนส์ (Jones, 1971 : 28 - 58) ผู้คิดสร้างข้อทดสอบที่เรียกว่า The Tab Inventory of Science Processes คือคำถามข้อใดควรถามก่อนหรือ

หลัง เป็นต้น ซึ่งอาจจะวัดการคิดแบบสืบสวนของกลุ่มทดลองทั้ง ๒ ได้ต่างกัน และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ก็อาจจะพบความแตกต่างได้อย่างเด่นชัดขึ้น หรืออาจจะใช้แบบทดสอบทั้ง ๒ ฉบับ ดังกล่าวแล้วโดยคิดคะแนนรวมของจำนวนข้อคำถาม และคะแนนรวมของคะแนนคุณภาพข้อคำถาม

จากผลการวิจัยครั้งนี้พอสรุปได้ว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง ๒ แบบ ส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่าการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เป็นผลทำให้นักเรียนรู้จักคิดตั้งคำถามมากกว่าการสอนแบบเดิม

๒. หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยนี้เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบ ก่อนทดสอบสอน และทดสอบหลังจากทดสอบสอนแล้ว" จะเห็นว่าการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียน เป็นผู้ถาม เท่านั้น ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม ขัดแย้งกับสมมติฐานการวิจัย การที่ได้ผลอย่างนี้อาจจะเป็นเพราะสาเหตุหลายประการ ซึ่งจะแยกกล่าวถึงกลุ่มตัวอย่างดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม ที่ได้ผลเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะ

- ในขณะที่ทดลองสอนครูเน้นเรื่องขบวนการถามมากเกินไป ทำให้นักเรียนเกิดความวิตกกังวลว่าจะไม่ได้เนื้อหาเท่าที่ควร และจะมีผลทำให้สอบไล่ตกได้ นอกจากนั้นนักเรียนที่เรียนแบบนี้ต้องใช้ความคิดที่จะตอบคำถามของครูอยู่ตลอดเวลา เป็นการเปลี่ยนจากที่

เคยได้รับการบอกอธิบายจากครูที่เคยสอนแบบเดิม แล้วจากนั้นก็ลงสมุด ซึ่งนักเรียนต้องใช้พลังความคิดมาก เกิดความลำบากและอาจจะรู้สึกเห็นัดเหนื่อย เพราะไม่เคยชิน อาจจะทำให้นักเรียนไม่อยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากนัก และผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๓๓ ก็ยืนยันผลอันนี้ได้ คือผลปรากฏว่า นักเรียนไม่อยากให้ครูถามคำถามแต่อยากให้ครูบอกไปเสียว่าคำตอบคืออะไร มีจำนวนถึง ๒๐ คน (จากนักเรียน ๓๖ คน) ถ้าเป็นไปได้จะเปลี่ยนตัวครูผู้สอนก็จะดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนด้วยวิธีที่ผู้วิจัยได้ใช้ทดลองสอนอยู่ และผลอันนี้อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดลง ซึ่งสอดคล้องกับที่ การเดนเนอร์ และ แล และ เบอร์ท (Raun and Butts, 1971 : 206 - 207) ได้วิจัยค้นพบว่า ความตั้งใจเรียนในวิชาต่าง ๆ กับทัศนคติของผู้เรียนมีผลต่อกันมาก และได้เสนอแนะว่าถ้าต้องการให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชานั้น ๆ ควรจะให้นักเรียนได้มีส่วนได้เข้าร่วมในขบวนการเรียนอย่างเต็มที่ ไม่ควรจะให้เด็กเรียนนั่งรับความรู้ (Passive) แต่เพียงอย่างเดียว ครูควรมีหน้าที่แต่เพียงแนะแนวทางดีกว่าที่จะบอกทุกสิ่งทุกอย่างให้นักเรียน และควรให้นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความสามารถอย่างอิสระเต็มที่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะให้นักเรียนเกิดความสนใจในวิชานั้น ๆ และโดยที่ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ที่เสียก่อน และโดยที่ข้อทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ก็ประกอบด้วยพฤติกรรม ๒ พวกใหญ่ ๆ คือ พวกที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์โดยตรง เหตุนี้จึงกล่าวได้ว่าอาจจะทำให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้นำ ลดลงหลังจากได้รับการสอนแล้วก็ได้

- อาจจะขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพของครูที่เจียมขี้นเกินไป นักเรียนไม่ชอบ ซึ่งจะถูกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๓๒ จะพบว่านักเรียนบอกว่าครูเจียมขี้น ที่ตอบว่าเจียมขี้นมาก ถึงร้อยละ ๖๒.๘ (ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด) และเจียมขี้นปานกลาง ถึงร้อยละ ๓๗.๒ (ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนเบื่อและไม่อยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีที่ผู้วิจัยทดลองใช้อยู่ ซึ่งอาจทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์เท่าที่ควรจึงไม่สนใจขบวนการเรียนแบบสืบสวนสอบสวน และอาจมีผลทำให้ไม่คอยมีทักษะในขบวนการเรียนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งควรจะมีผลส่งเสริมให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

เพิ่มขึ้นก็ได้

- อาจจะเป็นไปได้ว่าเวลาที่ใช้ที่ทดลองสอนเป็นตอนบ่ายและส่วนใหญ่เป็นชั่วโมงสุดท้ายของวันนักเรียนมีความเหนื่อยล้ามาทั้งวัน จึงไม่สนใจเรียนเท่าที่ควรและส่งผลให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลง

- อาจจะเป็นไปได้ว่านอกจากการทดลองสอน ซึ่งอาจจะมีผลทำให้นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก็กล่าวแล้ว ในขณะที่ทดลองสอนครูยังไม่ได้เน้นพฤติกรรมที่จะแสดงว่ามีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เห็นชัดมากเท่าที่ควร ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จริง ๆ ของนักเรียนจึงไม่เพิ่มมากขึ้นและกลับลดลง เพราะทัศนคติต่อการเรียนไม่ดี แต่อย่างไรก็ตามในระหว่างการทดลองสอนตามขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนก็มีส่วนเน้นให้นักเรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่แล้ว แต่ผลที่ออกมายังขัดกับขบวนการสอนอยู่ ซึ่งน่าจะสงสัยว่าคงจะมีองค์ประกอบอย่างอื่น ๆ อีก และจากผลนี้ให้ข้อเสนอแนะว่า น่าจะสร้างกิจกรรมที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนขึ้นด้วย

- อาจจะเป็นไปได้ว่าข้อทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ยังวัดพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่ครอบคลุม เพราะจำนวนข้อเหลือน้อยลง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่เหลือส่วนใหญ่วัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ได้

- อาจจะเป็นไปได้ว่าเวลาที่ใช้ทดสอบตอนหลังจากที่ทำการสอนเสร็จแล้วนักเรียนไม่ตั้งใจเท่าที่ควร เพราะขณะที่ทำการสอบเป็นเวลาใกล้จะสอบประจำภาคเรียนที่ ๒ นักเรียนจึงไม่ตั้งใจทำ

กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง

จากผลการวิจัยที่ได้ คือ นักเรียนกลุ่มนี้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะ

- นักเรียนกลุ่มนี้มีความแตกต่างกับนักเรียนกลุ่มทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นศูนย์กลาง ในด้านความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนกลุ่มนี้ มีความสนใจเรียนมากกว่า ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจาก นักเรียนชอบบุคลิกภาพของครูที่สอนแบบนี้ (ผู้ร่วมวิจัยอีกท่านหนึ่ง)

เท่าที่ผู้วิจัยได้ไปสังเกต เป็นบางครั้ง พบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความกระตือรือร้นในการเรียน มีคำถามมาก เพราะการสอนแบบนี้ เปิดโอกาสให้นักเรียนถามได้เต็มที่ ครูกับนักเรียนเป็นกันเอง และยิ้มแย้มอยู่เสมอ นอกจากนี้อาจจะแตกต่างกันในเรื่องความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งทำให้นักเรียนถามคำถามไต่ถามไต่ถาม ส่วนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้นำนั้นส่วนใหญ่แล้วครูเป็นผู้ถามเสียเอง จากเหตุผลอันนี้ อาจจะทำให้นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นดังกล่าวแล้ว จากผลอันนี้น่าจะเสนอแนะว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และการสอนแบบเกม แต่อย่างไรก็ตามอาจจะทดลองต่อไปควรจะสร้างข้อทดสอบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อทดสอบวัดความอยากรู้อยากเห็น เพื่อวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ดังกล่าว ทั้งก่อนทำการสอน และหลังทำการสอน เพื่อยืนยันผลอันนี้ได้แน่นอนมากยิ่งขึ้น และที่น่าสังเกตอีกคือว่า บุคลิกภาพของครูน่าจะมีผลต่อการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มากเหมือนกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนแบบเกม

จากผลที่ได้จากการวิจัย คือ นักเรียนกลุ่มนี้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลง แต่ไม่นับสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะว่า

— การสอนแบบเกมนั้นไม่ค่อยได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างกว้างขวาง ส่วนใหญ่เป็นการบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนฟังแล้วจดบันทึก ซึ่งการสอนที่เน้นเนื้อหาเช่นนี้ไม่น่าจะส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เท่าไรนัก ดังที่ เวลเลอร์ (Raun and Butts, 1971 : 206 - 207) ได้วิจัยพบว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายข้อความจริง (facts) ต่าง ๆ ให้นักเรียนฟังและเข้าใจนั้นจะไม่ช่วยพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนเลย จากผลอันนี้พอจะกล่าวได้ว่า ถ้าต้องการจะพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ควรจะสอนวิทยาศาสตร์แบบใช้ทักษะในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ซึ่งมีทักษะหลายประการ เช่น ทักษะการสังเกต การจำพวก การสื่อความหมาย การวัด การใช้นับจำนวน การทำนาย การสรุปอ้างอิง การตั้งสมมุติฐาน การตีความหมายข้อมูล

การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อวางแผนในการทดลอง ตลอดจนการรู้จักขึงตัวแปรต่าง ๆ ใด และให้มีทักษะในการวางแผนทดลองเป็นต้น ถ้าสอนจนนักเรียนเกิดทักษะเหล่านี้จนชำนาญแล้ว ก็อาจจะช่วยส่งเสริมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้

— น่าจะเป็นเพราะบุคลิกภาพของครูไม่ดึงดูดให้นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงมีผลทำให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลั่นลดลง เล็กน้อย

จากผลการวิจัยครั้งนี้สิ่งที่สงสัย เป็นข้อสังเกตไว้ไม่ได้ก็คือ ครูสอนจะสามารถช่วยพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร หรือไมั้น ต้องขึ้นอยู่กับครูด้วย กล่าวคือครูจะต้องมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เสียก่อน ซึ่งน่าจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ได้ขึ้น

๓. หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นคำถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นคำถาม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์พัฒนาสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ผลการวิจัยนี้เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นคำถาม และชนิดที่นักเรียนเป็นคำถาม รวมถึงนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม น่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนทดลองสอน และผลการสอบหลังจากทำการสอนแล้ว" จะเห็นว่าผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เฉพาะในกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ทั้ง ๒ แบบ ส่วนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนแบบเดิมมันได้ผลขัดแย้งกับสมมติฐานการวิจัย ที่เป็นเช่นนั้น อาจจะเป็นเพราะ

— การสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบนั้น ในขณะที่ทดลองสอน ผู้วิจัยได้เน้นให้นักเรียนสังเกตรายละเอียดของสิ่งเราย่อยตลอดเวลา โดยครูเป็นผู้คอยกระตุ้นให้สังเกต และถามคำถามขึ้นการสังเกตในกลุ่มที่สอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นคำถาม ส่วนในกลุ่มที่สอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยครูเป็นคำถามนั้น ครูเป็นคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนได้ถามบ้างในการทดลองสอนทั้ง ๒ กลุ่มนี้ ครู รอยแล้วว่านักเรียนสังเกตได้ดี ได้รายละเอียดเพียงพอที่จะนำ

ไปใช้ตอบปัญหาของจิตที่เกิดขึ้นแล้วหรือยังควรจะกระตุ้นให้นักเรียนถามอะไรเพิ่มเติมอีกบ้าง และตลอดเวลาของการสอนครูก็ำถึงความสำคัญของการสังเกตรายละเอียดให้นักเรียนตระหนัก อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นอาจจะเป็นทฤษฎีที่ให้นักเรียนในกลุ่มทดลองทั้ง ๒ กลุ่ม มีการรับรู้ แบบวิเคราะห์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเกตอย่างใกล้ชิดเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง ต่างกับกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สกอต (Scott, 1970 : 95 - 102) ที่พบว่านักเรียนเกรด ๕ และ เกรด ๖ ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนติดต่อกัน เป็นเวลา ๓ ปี เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ทั้ง ๆ ที่ก่อนทดลองสอน กลุ่มควบคุมมีคะแนนการรับรู้ แบบวิเคราะห์ (DPW : Descriptive Part - Whole สูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) แต่หลังจากทดลองสอนแล้ว ๒ ปี ทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลอง มีการรับรู้แบบวิเคราะห์ (DPW) และการรับรู้แบบจำแนกประเภท (C_3 : Categorical, Attribute) สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ และ ผลการทดสอบในปีที่ ๓ ผลก็ยังปรากฏเหมือนเดิม คือกลุ่มควบคุมยังมีการรับรู้ทั้ง ๒ แบบนี้ น้อยกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน สกอต ให้ความเห็นว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน นั้นพยายามช่วยให้นักเรียนค้นพบด้วยวิธี Analytical Approach to Problems และมีเหตุผล พอสมควรที่จะกล่าวว่าเด็กกลุ่มทดลองต้องสนใจอยู่กับส่วนย่อยและรายละเอียดของสิ่งเรา ซึ่งตรง กันข้ามกับกลุ่มควบคุมที่มักจะสนใจสิ่งเราในแบบรวม ๆ

ส่วนกลุ่มควบคุมมีการรับรู้แบบวิเคราะห์ทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจจะเป็นเพราะ การสอนแบบเดิมเน้นไม่ค่อยเน้นเรื่องการสังเกต เพราะส่วนใหญ่ครูจะเน้นเรื่องการอธิบายเนื้อหา ให้นักเรียนฟัง หรือถ้ามีการทดลองใหญ่ ส่วนใหญ่ก็เน้นให้นักเรียนเกิดปัญหาเลยว่ทำไมถึงเป็นไป อย่างนั้นไม่ได้เน้นความสำคัญขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เป็นรายละเอียด ของการทดลองไม่ได้เน้น ความสำคัญของการเก็บรวบรวมข้อมูล เหมือนกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนก็ได้ และอาจจะ เป็น ไปไ้ว่าครูสอนเองก็ไม่มีทักษะในการสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล และมองไม่เห็นความสำคัญ ของ การสังเกตวิเคราะห์รายละเอียด โดยไม่เข้าใจว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือเป็น ความสัมพันธ์ของรายละเอียดต่าง ๆ ที่ปรากฏเห็นเป็นส่วนใหญ่ เมื่อครูมองไม่เห็นความสำคัญ และไม่มีทักษะการสังเกต ก็ไม่ได้เน้นให้นักเรียนเกิดทักษะในการสังเกตขึ้น ด้วยเหตุนี้นักเรียน

กลุ่มควบคุมจึงไม่พัฒนาการการรับรู้แบบวิเคราะห์เลย และยังคงลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะนักเรียนมีการรับรู้และการคิดแบบอื่นเพิ่มมากขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้วก็ได้

ดังนั้นจากผลวิเคราะห์การสอนแบบสืบสวนสอบสวน ทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการรับรู้แบบวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการรับรู้แบบวิเคราะห์นี้มีความสำคัญมากในการเรียนวิทยาศาสตร์ หรือการที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ต่อไป เพราะจะทำให้ผู้ที่มีการรับรู้แบบนั้นมาก ๆ ตัดสินปัญหาใด ๆ ได้อย่างแม่นยำขึ้น เพราะยึดถือข้อมูลต่าง ๆ เทาที่ปรากฏจริง ๆ ไม่ใด ตัดสินด้วยตัวเองคิดว่าควรจะเป็นอย่างนั้นอย่างนี้ ซึ่งมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย ควรสนับสนุนให้นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์มีการสังเกตและการรับรู้แบบวิเคราะห์ให้มากขึ้น ส่วนการสอนแบบเดิมนั้นอาจจะไม่ส่งเสริมการรับรู้แบบวิเคราะห์เลย

นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในการพัฒนาการของการรับรู้แบบวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ กลุ่ม เมื่อได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ๒ ชนิด ที่ครูเป็นผู้ถาม และชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และการสอนแบบเดิม พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถามมีการรับรู้แบบวิเคราะห์เพิ่มสูงที่สุด (สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์เพิ่มรองลงมา (สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑) หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม น่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว" ผลการวิจัยที่พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินี้อาจจะเป็นเพราะว่า นักเรียนกลุ่มแรกนั้นได้ฝึกการสังเกตและถามขึ้นการสังเกตหารายละเอียดด้วยตัวเอง โดยได้รับการกระตุ้นจากครู

เป็นส่วนใหญ่ นักเรียนกลุ่มนี้จึงน่าจะมีทักษะการสังเกตดีกว่านักเรียนกลุ่มหลัง ซึ่งส่วนใหญ่ครูจะเป็นผู้ถามคำถามขึ้นการสังเกตเสียเอง ด้วยเหตุนี้จึงน่าจะส่งผลให้มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนกลุ่มหลัง นอกจากนั้นอาจจะเป็นไปได้ว่า นักเรียนกลุ่มแรกมีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนกลุ่มหลังก็ได้ ซึ่งส่งผลให้มีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มหลัง

จากผลการวิจัยนี้อาจจะสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีผลทำให้ความสามารถในการรับรู้แบบวิเคราะห์ของนักเรียนสูงขึ้นได้ทางหนึ่ง และน่าจะดีกว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ น่าจะส่งเสริมให้นักเรียนมีการรับรู้แบบวิเคราะห์สูงกว่าการสอนแบบเดิม และนอกจากนั้นอาจจะตั้งเป็นข้อสังเกตไว้ว่า เราจะสามารถสร้างทักษะการรับรู้แบบวิเคราะห์ให้กับนักเรียนในขณะที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ด้วยการฝึกทักษะการสังเกตให้กับนักเรียน

๔. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ทั้ง ๓ กลุ่ม หลังจากได้รับการสอนแล้ว ผลการวิจัยที่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ข้อนี้คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม และชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม น่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว" ผลการวิจัยที่ได้นี้อาจจะเป็นเพราะ

- การสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ มีส่วนช่วยส่งเสริมการรับรู้แบบจำแนกประเภทให้สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะการสอนทั้ง ๒ แบบเน้นที่การสังเกตหารายละเอียดของสิ่งเร้าที่ปรากฏเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อที่จะตอบปัญหาที่เกิดขึ้น เมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วก็กระตุ้นให้นักเรียนไตร่ตรองข้อมูลนั้นให้เป็นหมวดหมู่ตามคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อที่จะสะดวกในการนำไปใช้แก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนจึงน่าจะมีส่วนช่วยในการรับรู้แบบจำแนกประเภทของนักเรียนทั้ง ๒ กลุ่มสูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ในตอนต้น ซึ่งพบว่าการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่วัดด้วยข้อทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดจำนวนข้อมีความสัมพันธ์กับการรับรู้แบบจำแนกประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

อีก ๓ ชนิด ที่มีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภท และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรทัย เศรษฐ์ลักโก ที่พบว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้แบบจำแนกประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วยเหตุนี้เมื่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มทดลองสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ก็จะทำให้การรับรู้แบบจำแนกประเภทของนักเรียนทั้ง ๒ กลุ่ม นั้นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย และที่น่าสนใจก็คือว่า การรับรู้แบบจำแนกประเภทของนักเรียนทั้ง ๒ กลุ่ม มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นตามการรับรู้แบบวิเคราะห์ ทั้งที่กล่าวมาแล้ว ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะธรรมชาติของการรับรู้ทั้ง ๒ แบบนี้ต้องเกี่ยวของสัมพันธ์กันก็ได้

- นอกจากนี้ อาจจะเป็นเพราะนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ นั้นทักษะพื้นฐานในการจัดประเภทแบบง่าย ๆ มาก่อนได้รับการสอนอยู่แล้วก็ได้ เมื่อมาได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งเอื้อต่อการรับรู้แบบนั้นอยู่แล้วจึงมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มสูงขึ้นด้วย

ส่วนการรับรู้แบบจำแนกประเภทของกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการสอนแบบเดิมก็เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยนั้น อาจจะเป็นเพราะ

- นักเรียนกลุ่มควบคุมนี้ อาจจะมีพื้นฐานในการรับรู้แบบจำแนกประเภทอย่างง่ายอยู่แล้วก็ได้ และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อยเมื่อได้รับการสอนแบบเดิม ซึ่งอาจจะกล่าวต่อไปได้ว่าการสอนแบบเดิมก็อาจมีส่วนสนับสนุนการรับรู้แบบจำแนกประเภทให้กับนักเรียนกลุ่มควบคุมด้วยเหมือนกัน

- อาจจะเป็นเพราะแบบทดสอบที่ใช้วัดแบบการรับรู้เป็นภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนพบเห็นอยู่เป็นประจำ และการทำแบบทดสอบที่ใช้วัดการรับรู้โดยใช้แนวทางไว้ให้นักเรียนเป็นผู้จับรูปภาพที่กำหนดให้ แล้วหอบอกเหตุผลว่าภาพ ๒ ภาพ นั้นไปด้วยกันด้วยเหตุผลใด ซึ่งมีแนวโน้มว่านักเรียนจะจับคู่แบบจำแนกประเภทอยู่แล้ว และเมื่อใช้เวลาเรียนในโรงเรียนมากขึ้นก็อาจจะพัฒนาความสามารถขึ้นเช่นกันก็ได้ ซึ่งก็อาจจะมีผลต่อนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ กลุ่มด้วย ที่น่าสนใจอีกอย่างก็คือว่า กลุ่มควบคุมมีการรับรู้แบบวิเคราะห์ลดต่ำ ทั้งที่การรับรู้แบบจำแนกประเภทสูงขึ้น ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีผลต่อการรับรู้แบบวิเคราะห์มากและดีกว่าการสอนแบบเดิม

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในพัฒนาการของการรับรู้แบบจำแนกประเภทของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ กลุ่ม เมื่อได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อถาม และชนิดที่นักเรียนเป็นผู้อถาม และการสอนแบบเดิมพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้อถาม มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มสูงมากที่สุด (ส่งกวนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อถาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อถาม มีการรับรู้แบบจำแนกประเภทเพิ่มรองลงมาส่งกวางลุ่มควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยนี้เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย คือ "หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อถามและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้อถาม น่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ทั้ง ๒ แบบ น่าจะมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทส่งกวนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว" ผลการวิจัยที่พบนี้อาจจะเป็นเพราะว่า

- การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้อถาม ส่งผลให้นักเรียนมีการรับรู้แบบจำแนกประเภทมากกว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้อถามและการสอนแบบเดิม เพราะกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนได้ริเริ่มเอง เป็นส่วนใหญ่ นักเรียนจึงน่าจะมีทักษะต่าง ๆ ได้ดีกว่าอีก ๒ กลุ่มตัวอย่าง หรืออาจจะ เป็นเพราะนักเรียนกลุ่มแรกมีพัฒนาการรับรู้แบบจำแนกประเภทในอัตราที่เร็วกว่านักเรียนอีก ๒ กลุ่มก็ได้

จากผลการวิจัยนี้อาจกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้อถาม น่าจะมีผลช่วยให้การรับรู้แบบจำแนกประเภทพัฒนาขึ้นได้ส่งกวางการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อถาม และการสอนแบบเดิม

๕. หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้อถาม มีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้อถามมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น

แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ พัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ผลการวิจัยครั้งนี้เพื่อทดสอบสมมติฐาน การวิจัย คือ "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม และชนิดที่ นักเรียน เป็นผู้ถาม และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม น่าจะมีการรับรู้แบบ แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการ สอนแล้ว" ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เฉพาะในกลุ่มทดลองที่ได้รับการ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม เท่านั้น ส่วนอีก ๒ กลุ่ม นั้นยังขัดแย้งกับสมมติฐาน การวิจัยอยู่ การที่ได้ผลการวิจัยเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

— จากที่เคยกล่าวมาแล้วว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบสวน สอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์และแบบจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ น่าจะเป็นไปได้ว่า นักเรียนกลุ่มนี้ได้รับการฝึกและเน้นในเรื่องการสังเกตมากมาย ดังนั้นขณะทำแบบทดสอบวัดการรับรู้ในการทดสอบหลังจากทดลองสอนแล้ว จึงใช้เวลาในการทำ ข้อทดสอบ แสดงการรับรู้ที่เป็นแบบวิเคราะห์และแบบจำแนกประเภทเป็นส่วนใหญ่ และให้ความสำคัญกับการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์น้อยลง ทั้งนี้เพราะการทำข้อทดสอบนี้ ทั้ง ๒ ครั้ง มีเวลากำหนดไว้ให้ทำข้อละ ๑ นาที เท่า ๆ กัน ด้วยเหตุดังนี้จึงน่าจะทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองนี้ แสดงการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลง (นักเรียนทุกคนมีการรับรู้ทั้ง ๓ แบบ) ซึ่งอาจจะถือ ได้ว่า การที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม มีส่วนช่วยลดการรับรู้แบบโยง ความสัมพันธ์ของนักเรียนโดยทางอ้อม แต่อย่างไรก็ตามในขณะที่ทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครู เป็นผู้ถามนั้นได้เน้นกับนักเรียนอยู่เสมอว่า การควบคุมสติใจสรุปความสัมพันธ์จากสิ่งเร้า ที่ปรากฏเห็นทันทีทันใดนั้นไม่ควรทำ ควรจะได้พิจารณารายละเอียดให้รอบคอบ และคิดไตร่ตรอง อย่างมีเหตุผลเสียก่อนอยู่ตลอดเวลา การเน้นเช่นนี้เพื่อให้เป็นไปตามขบวนการสอนแบบสืบสวน สอบสวน ด้วยเหตุนี้การสอนแบบสืบสวนสอบสวน ก็น่าจะมีส่วนฝึกให้นักเรียนกลุ่มทดลองนี้ใช้ การรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงได้

— สำหรับผลที่ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ นักเรียน เป็นผู้ถามมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญ ทั้ง ๆ ที่ได้รับการสอน

แบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม ซึ่งดำเนินขบวนการสอนคล้าย ๆ กับนักเรียนกลุ่มแรก น่าจะมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลง และนักเรียนกลุ่มนี้มีการรับรู้แบบวิเคราะห์และแบบจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย อาจจะเป็นเพราะจากที่กล่าวมาแล้วว่า นักเรียนทุกคนมีการรับรู้ทั้ง ๓ แบบ อยู่แล้วจะมีการรับรู้แบบไหนมากน้อยกว่ากันเท่านั้น ดังนั้น นักเรียนกลุ่มนี้ยังคงมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์อยู่ ทั้ง ๆ ที่ควรรับรู้อีก ๒ แบบ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจจะเป็นไปได้ว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีอัตราการทำแบบทดสอบฉบับนี้ ได้เร็วและทำไ้มากกว่านักเรียนกลุ่มแรก ก็ได้ และผลก็ปรากฏเช่นนี้จริง คือ นักเรียนกลุ่มนี้มีจำนวนข้อเฉลี่ยของการรับรู้แบบวิเคราะห์ และการรับรู้แบบจำแนกประเภทสูงกว่านักเรียนกลุ่มแรก นักเรียนกลุ่มนี้จึงทำแบบทดสอบและแสดงว่ามีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น ผลอันนี้ยังนำส่งสู่ว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม จะได้เน้นและเปลี่ยนแปลงการรับรู้ของนักเรียนกลุ่มนี้หรือไม่ นักเรียนกลุ่มทดลองนี้กับกลุ่มแรกน่าจะมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มกันในเรื่องพัฒนาการในการรับรู้ก็ได้ น่าจะมีการวิจัยเพื่อยืนยันผลที่ได้ต่อไป ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองนี้ยังคงใช้แบบการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์มากเท่า ๆ กับเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม ซึ่งต่างกับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

— สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุมนั้นผลปรากฏว่า หลังจากได้รับการสอนแบบเดิมแล้วได้พัฒนาการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งน่าจะยืนยันว่าการสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิมนี้มีส่วนส่งเสริมให้นักเรียนใช้การรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์สูงขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดก็น่าจะกล่าวได้ว่า ถ้านักเรียนได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมาตั้งแต่ในการเรียนในชั้นต้น เป็นเวลาติดต่อกันมาหลาย ๆ ปี หรือได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ และในวิชาต่าง ๆ อยู่ทุกระดับชั้น ก็น่าจะช่วยให้ส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงขึ้น มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีแบบการรับรู้ โดยเฉพาะการรับรู้แบบวิเคราะห์ และแบบจำแนกประเภทสูงขึ้น และมีการรับรู้แบบโยงความสัมพันธ์ลดลงหรือไขว้กันอยู่ที่สุด ผลการวิจัยครั้งนี้ยังไม่เป็นไปตามสิ่งที่ควรจะเป็นตามสมมุติฐานที่ข้อที่ตั้งไว้ ก็อาจจะเป็นเพราะว่า ผู้วิจัยมาทดลองสอนนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ซึ่ง

ได้รับการสอนแบบเดิมมาจนเคยชิน ดังนั้นการที่จะฝึกนักเรียนให้มีทักษะในขบวนการสืบสวนสอบสวน ในระยะเวลาเพียง ๒ ภาคเรียน ก็เป็นสิ่งที่ยากเพราะจะต้องเปลี่ยนนิสัยความเคยชินที่ได้รับการสอนแบบเดิมให้ได้เสียก่อน จึงจะปลูกฝังทักษะในขบวนการสืบสวนสอบสวนต่อไปได้ จากผลอันนี้ให้ขอเสนอแนะว่าควรจะได้มีการวิจัยทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนในทุกวิชา ที่มีการสอนในโรงเรียนและเริ่มสอนตั้งแต่แก่นักเรียนอยู่ในระดับการศึกษาต้น ๆ แล้วสอนจิตต่อกันไปจนกระทั่งจบการศึกษาระดับอุดมศึกษา แล้วทดสอบคุณภาพของการความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ หรือตัวแปรอื่น ๆ เป็นระยะเปรียบเทียบกับกันดู

เกี่ยวกับการออกแบบสอบถามที่เกี่ยวกับ ความรู้สึก ทัศนคติ และความสนใจในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม ดังแสดงไว้ในตาราง ๓๑, ๓๒, และตาราง ๓๓ ซึ่งแยกออกเป็น ๓ ข้อใหญ่ๆ ดังจะได้อภิปรายทีละหัวข้อดังนี้

I เกี่ยวกับความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ผลปรากฏอยู่ในตาราง ๓๑ พอจะอภิปรายผลได้ดังนี้

- ส่วนใหญ่นักเรียนให้ความรู้สึกในแง่หัวข้อ อยู่ในระดับปานกลาง (ให้นักเรียนเลือกตอบแสดงความรู้สึก ๓ ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย) เช่น นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนด้วยวิธีแบบสืบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถามทำให้ มีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา น่าสนใจ สามารถจำได้ ชอบเรียน ฟังและจดได้ทัน ได้รับความรู้ ฯลฯ อยู่ในระดับปานกลางเป็นส่วนใหญ่ แต่มีความรู้สึกบางอย่างของนักเรียนที่มองว่าการเรียนด้วยวิธีนี้น่าสนใจมากก็คือ

- นักเรียนให้ความรู้สึกว่าการดำเนินการสอนเร็ว ในระดับมาก ร้อยละ ๘๘.๕๓ (๑๓ คน) ระดับปานกลาง ร้อยละ ๔๐ (๑๔ คน) และระดับน้อย ร้อยละ ๑๑.๔๓ (๔ คน) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการดำเนินการสอนของผู้วิจัยเร็วไป ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะผู้วิจัยกลัวว่าจะสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่ทันกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้เนื้อหาวิชาอย่างเดียวกัน ด้วยเหตุนี้นี้จึงทำให้นักเรียน เกิดความลำบากที่จะติดตามการดำเนินการสอนการเรียนแบบสืบสวนสอบสวน และในขณะที่เดียวกันก็ต้องทำความเข้าใจเนื้อหาไปด้วย การเร่งนักเรียน

เสียตั้งแต่เริ่มฝึกหัดแบบสลับสับสอส่วนนั้น จะมีโอกาสทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาทักษะในขบวนการสลับสับสอส่วนใดเท่าที่ควร หรืออาจทำให้นักเรียนไม่ชอบการสอนด้วยวิธีนี้ไปเสียก็ได้ ดังที่ ซุคแมน (Suchman, 1966 : 7 - 32) ได้กล่าวไว้ว่าการเร่งเร้าให้นักเรียนมากเกินไปจะทำให้ขบวนการฝึกการสลับสับสอส่วนประสบผลสำเร็จลำบากมาก จากผลอันนี้ทำให้ได้ข้อคิดที่ว่า ในการทำวิจัยต่อไปจะต้องแก้ไขข้อบกพร่องนี้ และได้ข้อคิดต่อไปว่าการที่จะสอนแบบสลับสับสอส่วนโดยยึดเนื้อหาตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการทั้งหมดนั้น จะก่อให้เกิดปัญหา คือ ผู้สอนจะต้องเร่งการสอนเพื่อให้ทันกับเนื้อหาที่กำหนดให้ ในการเร่งเพื่อให้ได้เนื้อหานั้นจะทำให้เกิดผลเสียต่อการฝึกทักษะในขบวนการสลับสับสอส่วน และปัญหาที่ผู้วิจัยพบอีกก็คือว่า เนื้อหาบางตอนในหลักสูตรจะใช้สอนด้วยวิธีแบบสลับสับสอส่วนได้ยากมาก จึงทำให้ได้ข้อคิดต่อไปอีกว่า ถ้าจะสอนและฝึกหัดขบวนการสลับสับสอส่วนให้นักเรียนเกิดทักษะนั้น ควรจะต้องเปลี่ยนเนื้อหาในหลักสูตรให้เหมาะสมกับวิธีสอนแบบนั้นและเหมาะสมกับวัยของเด็กนักเรียนด้วย

- นักเรียนให้ความรู้สึกว่าการเรียนแบบสลับสับสอส่วนชนิดที่ครูถามนี้ ทำให้เกิดความวิตกกังวล ในระดับมาก ร้อยละ ๔๕.๓๑ (๑๖ คน) ระดับปานกลาง ร้อยละ ๓๓.๑๔ (๑๓ คน) ระดับน้อย ร้อยละ ๑๙.๑๕ (๑๑ คน) จากผลอันนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความสบายใจในการเรียนแบบนี้ ทั้งนี้อาจจะ เป็นเพราะว่านักเรียนเคยชินกับวิธีสอนแบบเดิมที่นักเรียนได้รับมา ซึ่งส่วนใหญ่ครูจะเป็นผู้บอก บรรยายให้ฟัง แต่วิธีสอนแบบนี้ นักเรียนจะถูกถามและต้องคิดตอบปัญหาอยู่ตลอดเวลา นักเรียนจะรู้สึกว่ามีการทรมานยาก จะต้องคิดต้องทำด้วยตนเอง จึงก่อให้เกิดความลำบากและไม่เคยชิน ซึ่งผลอันนี้สอดคล้องกับที่ แมคเคย์ (Macey, 1972 : 8) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้ที่จะเรียนแบบค้นพบด้วยตนเองได้นั้น จะต้องได้รับการเตรียมตัวให้มีความพร้อมมากพอ จากผลอันนี้ชี้ให้เห็นแนวทางว่า ถ้าต้องการที่จะฝึกทักษะในขบวนการสลับสับสอส่วนให้กับนักเรียนแล้ว ควรจะเริ่มฝึกมาทีละน้อย ตั้งแต่ที่นักเรียนเรียนอยู่ในระดับต้น ๆ เพื่อให้รับช่วงกับการสอนแบบสลับสับสอส่วนในระดับที่สูงขึ้นมาได้ดี

- และอาจจะเป็นเพราะเหตุผลดังกล่าวมาแล้วนั้นทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนด้วยวิธีแบบสลับสับสอส่วนชนิดที่ครู เป็นผู้ถามนี้ น่าตึงเครียด ในระดับมากเพียง ร้อยละ

๑๔.๒๕ (๕ คน) ส่วนในระดับน้อยมีถึง ร้อยละ ๔๕.๗๑ (๓๐ คน) ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุอื่น ๆ อีก เช่น บุคลิกภาพของครู ชอบไม่สนุก ครูเจียมมากเกินไป (ดูในตาราง ๓๒) นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่แล้ว เป็นต้น นักเรียนจึงให้ความสำคัญในส่วนที่เกี่ยวกับความน่าตื่นเต้นเป็นเช่นนั้น ซึ่งผลอันนี้ทำให้เห็นว่าบุคลิกภาพของครูนั้นจำเป็นอย่างมากในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งจะต้องมีการฝึกครูก่อนออกทำการสอนเป็นอย่างมาก และครูควรจะมีบุคลิกภาพที่สำคัญอย่างไบบ้างนั้น ก็ต้องค้นคว้าวิจัยหาลักษณะที่เหมาะสมกันต่อไป

II เกี่ยวกับความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อครูสอน (ผู้วิจัย) ผลปรากฏอยู่ในตาราง ๓๒ พอจะอภิปรายผลได้ดังนี้

- ส่วนใหญ่นักเรียนให้ความรู้สึกในแง่ดีหรืออยู่ในระดับมากและปานกลาง ในทางที่ดี เช่น การใช้เสียงของครู เปิดโอกาสให้นักเรียนถาม สนใจนักเรียน ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน เป็นต้น แต่มีความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อตัวครูอยู่อย่างหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ นักเรียนส่วนใหญ่มองว่าครูเคร่งขรึมในระดับมาก ร้อยละ ๖๒.๘๖ (๒๒ คน) และระดับปานกลาง ร้อยละ ๓๗.๑๔ (๑๓ คน) จากผลที่ได้นี้อาจจะเป็นเหตุทำให้นักเรียนลดความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูเป็นฝ่ายถามลงไป ซึ่งน่าจะมีผลทำให้ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดน้อยลงไปกว่าเดิมยังไม่ได้รับการทดลองสอนก็ได้ และก็อาจจะมีผลทำให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดต่ำลงถึงผลที่ได้เสนอมาแล้วก็ได้ จากที่กล่าวมาแล้วนี้ทำให้ได้ข้อคิดว่า บุคลิกภาพของครูนั้นจำเป็นอย่างมากในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งจะต้องมีการฝึกหัดครูเพื่อเปลี่ยนบุคลิกภาพบางอย่าง และให้เกิดทักษะในการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมากยิ่งขึ้น

III. เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียนอยากเสนอแนะให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นฝ่ายถาม นักเรียนได้เสนอแนะข้อแก้ไขไว้หลายอย่างด้วยกัน ดังปรากฏในตาราง ๓๓ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการที่จะปรับปรุงขบวนการสอนบางอย่างให้เหมาะสมหรือจะต้องใช้วิธีการใดบ้างที่จะเปลี่ยนแปลงทัศนคติของนักเรียนเพื่อให้อ่านใจในการเรียนแบบสืบสวนสอบสวนมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงบุคลิกภาพของครูบางอย่าง แต่ที่น่าสนใจ

อย่างมากและอาจจะ เป็นเหตุที่กระทบกระเทือนการวิจัยทดลองสอนครั้งนั้นคือ นักเรียนเสนอแนะว่า "ครูไม่ควรถามนักเรียน ควรบอกเนื้อหาให้เลย" มีจำนวนถึง ๒๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๕.๕๕ ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นข้อเสนอแนะที่นักเรียนเสนอแนะมากที่สุด จากผลที่ได้ก็น่าจะแปลความหมายได้ว่า

- นักเรียนเคยชินเกี่ยวกับการสอนแบบที่ครูบอกและบรรยายให้นักเรียนฟัง และบอกให้นักเรียนจด ครูที่สอนนักเรียนกลุ่มนี้มาส่วนใหญ่อาจจะไม่ค่อยได้ถามคำถามประเภทให้นักเรียนได้หัดคิดมากนัก หรือไม่ก็รับตอบคำถามที่ครูถาม แล้วนักเรียนยังตอบไม่ได้ให้ เพราะกลัวจะเสียเวลามากเกินไป ตลอดจนตอบคำถามของนักเรียนทันที เพื่อแสดงว่าครูมีความรู้ เพราะนักเรียนส่วนใหญ่จะยกย่องครูที่มีความรู้กว้างขวางและตอบปัญหาของนักเรียนได้ เป็นลักษณะของครูแบบอัตตาธิปไตย ที่ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางที่จะกระจายความรู้ให้กับนักเรียน แฝงไปด้วย นักเรียนมีหน้าที่รับความรู้จากครูแล้วเชื่อตามนั้น ไม่ค่อยมีโอกาสที่จะคิดโต้แย้ง ทั้งนี้อาจจะ เป็นเพราะครูไม่ค่อยจะสนับสนุนให้นักเรียนคิดโต้แย้ง จนกระทั่งนักเรียนไม่ได้พัฒนาความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผล หรือไม่ก็เมื่อสักระยะจะคิดหรือมีก็น้อยมาก นักเรียนคนไหนที่ขอมถามแปลก ๆ ครูก็มักจะไม่ค่อยพอใจเท่าไรนัก ที่ความหมายไปว่านักเรียนจะลองภูมิรู้ เป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้อาจจะ เป็นเพราะครูเองก็ได้รับการฝึกให้เป็นผู้รับความรู้จากครูของครูแฝงเคียวมาจนเคยชินก็ได้ จึงมีความรู้สึกว่าการเรียนของตนก็ควรที่จะประพฤติเช่นเดียวกับที่ตนเคยประพฤติมาแล้ว หรืออาจจะ เป็นเพราะครูไม่ใจกว้างพอที่จะยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่ต้องการรับความรู้จากคำบรรยายของครูโดยตรง มากกว่าที่จะต้องการค้นคว้าด้วยตนเอง หรือซักถามจากครู ซึ่งถ้าหากเป็นจริงตามนี้แล้วก็น่าเป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่ง ที่การเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ แทนที่จะ เป็นการ เสริมสร้างสติปัญญาให้กับเยาวชนที่สมองกำลังเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ กลับเป็นว่าส่วนใหญ่แล้วไปยับยั้งความคิดของนักเรียนโดยการให้ยอมรับความรู้จากครู เป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้สอนวิธีหรือชวนการหาความรู้ด้วยตนเองให้กับนักเรียนจนเกิดทักษะที่นักเรียนจะพึ่งตนเอง หรือมีความคิดเห็นเป็นของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งถ้าการเรียนการสอนในประเทศไทย ยังคงดำเนินไปอย่างนี้เป็นส่วนใหญ่ ก็หวังยากว่าจะเกิดความเป็นประชาธิปไตยขึ้นกับเยาวชนไทยในอนาคตอันใกล้

นอกจากนี้การที่ครูส่วนใหญ่ยังสอนแบบบรรยาย หรือบอกให้นักเรียนนั้น ก็อาจจะ เป็นไปได้ว่าครูไม่ได้รับการฝึกทักษะในเรื่องการตั้งคำถามให้นักเรียนได้รู้จักคิดอย่างมีประสิทธิภาพก็ได้ จากผลที่ได้นี้อาจจะเป็นข้อเสนอแนะว่า ครูที่จะสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ควรจะได้ฝึกสมรรถภาพต่าง ๆ โดยเฉพาะสมรรถภาพการตั้งคำถามให้รู้จักการตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิดในระดับที่สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ และนั่นก็หมายความว่า ควรจะสอนแบบสืบสวนสอบสวนให้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับต้น ๆ และยังอาจจะหมายความว่าไปถึงว่าการฝึกหัดครูของประเทศไทยก็ควรจะฝึกสมรรถภาพต่าง ๆ ให้นักเรียนฝึกหัดครู เช่น สมรรถภาพในการตั้งคำถาม สมรรถภาพในการเขียน วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม สมรรถภาพในการวิเคราะห์กิจกรรมที่จะให้นักเรียนทำ เพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สมรรถภาพในการสร้างสถานการณ์ชักจูงใจ สมรรถภาพในการให้การเสริมกำลังใจ สมรรถภาพในการที่จะประเมินผลเมื่อจบบทเรียน ซึ่งรวมเรียกว่าการเตรียมการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการฝึกความเป็นประชาธิปไตยให้กับครู เสียก่อนที่จะออกไปสอนนักเรียนให้ เป็นเยาวชนและพลเมืองที่เป็นประชาธิปไตย แล้วอนาคตที่หวังว่าประเทศไทยจะมีพลเมืองที่มีความเป็นประชาธิปไตย ก็อาจจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้ได้ ด้วยระยะเวลาไม่นานนัก และการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิชาต่าง ๆ ด้วยวิธีแบบสืบสวนสอบสวนก็อาจจะ เป็นวิธีหนึ่ง ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และจะช่วยให้เยาวชนและพลเมืองไทยมีความเป็นประชาธิปไตยได้เร็วขึ้น ก็เป็นไปได้

ข้อคิดเห็นที่ได้จากการวิจัยทั้งสองครั้งนี้

จากการวิจัยเชิงทดลอง เปรียบเทียบวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ กับวิธีสอนแบบเดิม ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อคิดหลายประการดังนี้

— ทำให้ผู้วิจัยแน่ใจมากยิ่งขึ้นว่าเราสามารถที่จะสอนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีแบบสืบสวนสอบสวนซึ่งทาง The Scientific Inquiry Development Project ภายใต้การนำของ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ อาจารย์ในคณะวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร เป็นผู้พัฒนาแบบ (Model) การสอนแบบนั้นขึ้นได้ และจากผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้คณะวิจัยได้ข้อคิดที่จะแก้ไขข้อบกพร่องในรูปแบบการสอนและปรับปรุงให้ดีขึ้น รวมทั้งได้ข้อคิด

ที่จะวางแผนทำการวิจัยทดลองใช้รูปแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เพื่อที่จะพัฒนาให้วิธีการสอนแบบนี้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในวงการศึกษาของประเทศไทยต่อไปในอนาคตหลายประการด้วยกัน เช่น

- ในด้านตัวครูผู้ที่จะใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น จะต้องได้เรียนรู้ทฤษฎีเบื้องต้นและเรียนรู้ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนอย่างแจ่มแจ้งเสียก่อน รวมทั้งได้ฝึกการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในสถานการณ์ห้องเรียนจริงมาพอสมควร เพื่อให้ครูเกิดความเชื่อมั่นว่าจะนำวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้ไปใช้สอนจริงได้ นอกจากนั้นครูจะต้องฝึกทักษะต่าง ๆ อีกมาก เช่น ทักษะการตั้งคำถาม โดยเฉพาะคำถามขั้นการสังเกต คำถามขั้นการอธิบาย คำถามขั้นการทำนาย และคำถามขั้นการควบคุมและสร้างสรรค์ทักษะการใช้คำถามแบบหยั่งความคิดของนักเรียน (Probing Question) ทักษะในการสร้างสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะเรียนและเกิดปัญหาของจิต (Conceptual Conflict) อันเป็นหัวใจสำคัญยิ่งของขั้นตอนการสืบสวนสอบสวน ทักษะการให้การเสริมกำลังใจ ทักษะการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทักษะการวิเคราะห์กิจกรรมของนักเรียนเพื่อที่จะให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มุ่งหวังไว้ และรวมถึงทักษะการประเมินผลเมื่อจบบทเรียนเป็นต้น นอกจากนั้นยังมีทักษะที่สำคัญยิ่งที่ครูจะต้องมีอยู่ก่อน เพื่อที่จะนำไปฝึกให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนอีก คือ ทักษะในขั้นตอนการวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เช่นทักษะ การสังเกต การสื่อความหมาย การวัด การใช้จำนวนเลข การสรุปอ้างอิง (Infering) การใช้ Space - time Relationship การทำนาย การให้คำนิยาม ปฏิบัติการในการทดลอง การแปลความหมายข้อมูล การชี้แจงตัวแปรต่าง ๆ ได้ การตั้งสมมุติฐาน และรวมถึงการวางแผนในการทดลองได้ และที่สำคัญที่สุดในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน คือครูจะต้องฝึกให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เสียก่อน เพราะขั้นตอนการสืบสวนสอบสวนนั้นเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมาก มิฉะนั้นแล้วครูจะไม่สามารถฝึกให้นักเรียนมีทักษะในขั้นตอนการสืบสวนได้ นอกจากนั้นครูยังจะต้องฝึกการเป็นผู้นำในการอภิปราย มีเทคนิคในการควบคุมชั้น ในการควบคุมการเข้าห้องปฏิบัติการของนักเรียน ตลอดจนเทคนิคในการใช้ขั้นตอนการหมู่พวก (Group Dynamics) เป็นต้น

- นักเรียนที่จะเรียนแบบสืบสวนสอบสวนได้ขึ้นต้องมีความสามารถในการใช้ภาษาอย่างดี เช่น ใช้ภาษาในการตั้งคำถาม ในการอธิบาย แสดงความคิดเห็นอภิปรายกับครู และเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ตลอดจนใช้ภาษาในการสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสม เป็นต้น และครูก็ควรมีความสามารถในการใช้ภาษาด้วยเช่น จึงใคร่ขอเสนอแนะว่าควรจะมีการฝึกความสามารถในเรื่อง Encoding และ Decoding ให้กับนักเรียนควบคู่กันไปกับการใช้ขบวนการสืบสวนสอบสวน

- เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการนั้นบางตอนไม่เหมาะสมที่จะนำมาสอนแบบสืบสวนสอบสวน แบบ O E P C Model ตามที่ผู้วิจัยได้ใช้อยู่มากนัก แต่อย่างไรก็ตาม การสอนแบบสืบสวนสอบสวนยังคงมีอีกหลายวิธี ซึ่งมีจุดมุ่งหมายอันเดียวกันคือ มุ่งให้นักเรียนได้ค้นพบความจริง ตลอดจนสิ่งๆ หรือความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังนั้นครูควรศึกษาให้กว้างขวางและลึกซึ้งเกี่ยวกับแบบ (Pattern) ต่าง ๆ ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน หรืออาจจะคิดสังเคราะห์ มาใช้เองก็อาจจะทำได้ หรืออาจจะเสนอแนะต่อไปเราน่าจะเปลี่ยนแปลง เนื้อหาในหลักสูตรให้สอดคล้องกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนก็จะทำได้

- ผู้วิจัยได้พบอุปสรรคที่สำคัญมาก่อนหนึ่งคือนักเรียนเปลี่ยนทัศนคติและนิสัยหรือความเคยชินจากที่เคยเรียนวิทยาศาสตร์แบบเดิม คือแบบที่ครูเป็นผู้บอกบรรยายให้นักเรียนฟัง แล้วจดบันทึกความที่ครูบอกให้ฟัง เป็นส่วนใหญ่ มาเป็นการเรียนแบบสืบสวนสอบสวนอย่างมาก ทั้งนี้เพราะการวิจัยครั้งนี้ทำกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ซึ่งเคยชินกับการเรียนแบบเดิมมามากพอสมควร จากผลนี้จะเสนอแนะว่าควรที่จะเริ่มสอนแบบสืบสวนสอบสวนมาตั้งแต่แก่นักเรียนเริ่มเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นอนุบาลเสียทีเดียว

- ในการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้มีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มาก แต่ถ้ามองการใหญ่เรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญในขบวนการวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งแล้วครูควรจะคิดหากิจกรรมประกอบเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนไปในเวลาเดียวกัน และครูสอนควรมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่แล้ว

- ในกรณีที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ครูอาจศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนซึ่งเรียกว่า Invitation to Inquiry (เป็นบทเรียนประเภทที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกใช้กระบวนการแบบสืบสวนสอบสวน กล่าวคือ ครูจะจัดหาข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากบททดลองมาให้นักเรียน แต่จะไม่บอกว่าทำไมถึงได้ผลการทดลองเช่นนั้น จะกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาสาเหตุด้วยการตั้งสมมติฐาน การตีความข้อมูลด้วยตัวของนักเรียนเอง นอกจากนี้ยังมีการอภิปราย ซักถามระหว่างนักเรียนและครู เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด โดยมีครูเป็นผู้นำในการอภิปราย เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบของปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง) ประกอบเนื้อหาบางตอนเพื่อฝึกให้นักเรียนมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนและทักษะในกระบวนการนี้ได้

- ในขณะที่ทำการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไปไ้ได้ระยะหนึ่ง ควรมีการประเมินผล การเรียนแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนโดยให้ทดลองแสดงการสืบสวนสอบสวนเองทั้งหมด สรุปด้วยตัวของนักเรียนเอง แล้วเขียนเป็นรายงานส่งครู โดยครูเตรียมโครงพิเศษให้นักเรียนเขียนแสดงถึงวิธีการสืบสวนสอบสวนให้ครูดู

- ในการทดลองวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการสอนแบบสืบสวนสอบสวนออกเป็น ๓ แบบ คือ แบบที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) แบบที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และแบบที่นักเรียนและครูช่วยกัน (Combined Inquiry) พอสรุปได้ว่าวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม (Combined Inquiry) น่าจะใช้ได้ดีที่สุด ซึ่งทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความกระตือรือร้น และความสนใจของนักเรียนด้วย

- ใ้ขอคิดความสถำบันการฝึกหัดครูในประเทศไทยทุกระดับควรจะเปลี่ยนแปลงแก้ไขปรับปรุงวิธีสอนต่าง ๆ ขึ้นใหม่ด้วยการวิจัยทดลองดู ตลอดจนการช่วยกันพัฒนาการสอนแบบสืบสวนสอบสวนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้ในการฝึกหัดครูต่อไป

- น่าจะมีการนำเอาวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปดัดแปลงสอนในวิชาต่าง ๆ นอกจากวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น สังคมศึกษา เป็นต้น ซึ่งก็ควรจะมีการวิจัยทดลองกันต่อไป

ข้อเสนอเพื่อการวิจัยต่อไป

๑. ควรมีการวิจัยสร้างข้อทดสอบวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ และควรสร้างใหม่ข้อทดสอบตั้งคำถามอย่างมีเหตุผลตามลำดับ (Logical Sequence) เพื่อที่จะพิสูจน์ให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีการคิดแบบสืบสวนสอบสวน แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ใช้การสอนแบบเดิมจริงหรือไม่

๒. ควรมีการวิจัยสร้างข้อทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ชั้นใหม่ เพื่อที่จะใช้ควบคู่ไปกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และจะช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับเยาวชนไทยต่อไป

๓. ในการวิจัยต่อไปน่าจะมีการคิดแยกคำถามในแต่ละชั้น คือชั้นการสังเกต การอธิบาย ทำนาย และชั้นการควบคุมและสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิมเพื่อตรวจสอบการถามในแต่ละชั้นของทั้ง ๒ กลุ่ม แตกต่างกันหรือไม่

๔. ควรมีการวิจัยทดลองสร้างบทเรียนเสริมในการฝึกหัดบวนการสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สื่อทัศนวัสดุประกอบเช่น สร้างเป็นภาพยนตร์ ฟิล์มลูป วัสดุโปร่งแสงใช้กับเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง หรือบทเรียนที่เรียกว่า Invitation to Inquiry เป็นต้น

๕. ควรมีการวิจัยทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนตั้งแต่ชั้นมัธยมต้นถึงมัธยมปลายในระดับต้น ๆ แล้วศึกษาคัดเลือกกันจนกว่านักเรียนจะเรียนจบการศึกษาระดับใดระดับหนึ่ง เช่น ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ หรือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เป็นต้น แล้วดูพัฒนาการต่าง ๆ ทางด้านความคิด และบุคลิกภาพโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม

๖. ถ้าเป็นไปได้ควรมีการศึกษาคัดตามผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่าเมื่อนักเรียนจบการศึกษาไปแล้ว หรือไม่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแล้ว ความสามารถทางต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบสวนจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่

๗. ควรที่จะขยายการวิจัยทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนออกไปใช้สอนในชนบทบาง เพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยกับในกรุงเทพมหานคร

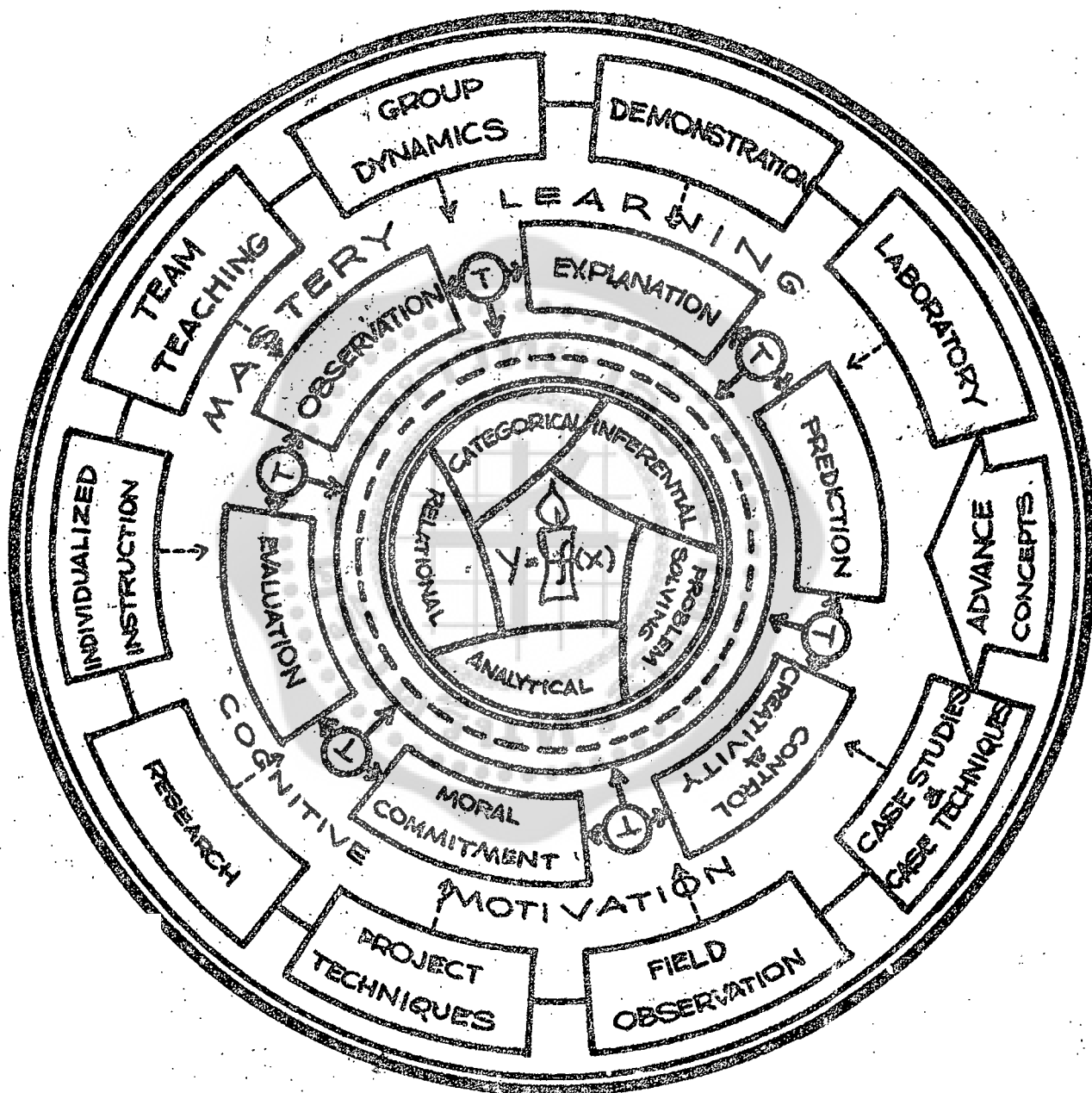
๘. ควรจะมีการวิจัยทดลองนำเอาวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไปใช้สอนในวิชาต่าง ๆ นอกจากวิชาวิทยาศาสตร์เช่น วิชาสังคมศึกษา เป็นต้น

๒
ท้ายบท

๑. พัฒนาการของโครงแบบของขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแนวใหม่ ซึ่งปรับปรุงจากแบบเดิม ซึ่งจะนำไปทดลองใช้ต่อไป ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ ๒ หน้าต่อไป



THE INTERACTIVE MODEL OF THE INVESTIGATION METHOD OF INQUIRY ©



อธิบายภาพประกอบ ๒

โครงการพัฒนาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (The Scientific Inquiry Project) ภายใต้การนำของ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ ได้พัฒนาโครงการแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนขึ้นใหม่ ซึ่งพัฒนาขึ้นจากโครงการแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนอันเดิม เรียกว่า The Interactive Model of the Investigation Method of Inquiry ดังปรากฏในภาพประกอบ ๒ ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

- ขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนตามโครงการใหม่นี้เน้นเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของการถามคำถามของนักเรียนและของครู คือไม่จำกัดว่าจะต้องเริ่มที่การถามคำถามขึ้นการสังเกตก่อนคำถามอื่น ๆ แล้วจึงถามคำถามขึ้นการอธิบาย คำถามขึ้นการทำนาย และคำถามขึ้นการควบคุมและสร้างสรรค์ นักเรียนจะเริ่มถามคำถามขึ้นไหนก่อนก็ได้ แต่แน่นอนเมื่อจบขบวนการสืบสวนสอบสวนในแต่ละคาบ จะต้องถามคำถามทั้ง ๔ ขั้นที่กล่าวมาแล้วครบ และนอกจากนั้นยังได้เพิ่มคำถามขึ้นประเมินผล (E : Evaluation) และคำถามขึ้นที่คำนึงถึงด้านจริยธรรม (M : Moral Commitment) เพื่อให้ นักเรียนได้คำนึงถึงสิ่งที่นักเรียนคนพบ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เช่นการคิดเป็นต้น จะต้องเป็นไปเพื่อประโยชน์และความสงบสุขของประชาชนส่วนรวมด้วย สำหรับภาพประกอบ ๒ พอดีอธิบายคร่าว ๆ ใดดังนี้

วงกลม ๑

ส่วนในสุด $y = f(x)$ เป็นหัวใจสำคัญของขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม และตัวแปรต้นซึ่งอาจจะมีหลายตัวในปรากฏการณ์ธรรมชาติ ส่วนที่ล้อมรอบความสัมพันธ์ $y = f(x)$ เป็นการคิดแบบต่าง ๆ ของนักเรียนที่ใช้ในขบวนการสืบสวนสอบสวนและควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียน มีการคิดแบบจำแนกประเภท การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดแบบมีเหตุผล

วงกลมที่ ๒

แสดงถึงขั้นตอนการถามตามแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำถาม ๖ อย่าง ดังกล่าวนำมาแล้ว และแสดงถึงว่าคำถามทั้ง ๖ ชั้นนี้มีปฏิสัมพันธ์กัน จะเริ่มจากชั้นไหนก่อนก็ได้แล้วทำเป็นจนครบ ๖ ชั้น โดยมีครู (ตัว T) เป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้ถามตามชั้นทั้ง ๖

วงกลมที่ ๓

แสดงถึงเทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ ที่อาจจะนำมาใช้ในขั้นตอนการสืบสวนสอบสวนหลายอย่างด้วยกัน เช่น การสอนแบบสาธิต การสอนแบบปฏิบัติการ การสอนเป็นทีม บทเรียนด้วยตนเอง การสอนเป็นรายบุคคล การใช้ขั้นตอนการหมู่พวก (Group Dynamics) การสอนแบบการวิจัย การสอนแบบกำหนดโครงการให้นักเรียน การใช้เทคนิคการศึกษานอกสถานที่เป็นต้น เพื่อที่จะช่วยใหครุผู้สอนได้เห็นแนวทางที่จะเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและระหว่างกลุ่มของนักเรียน ตลอดจนพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาแต่ละตอนและแต่ละเนื้อหาวิชาอีกด้วย

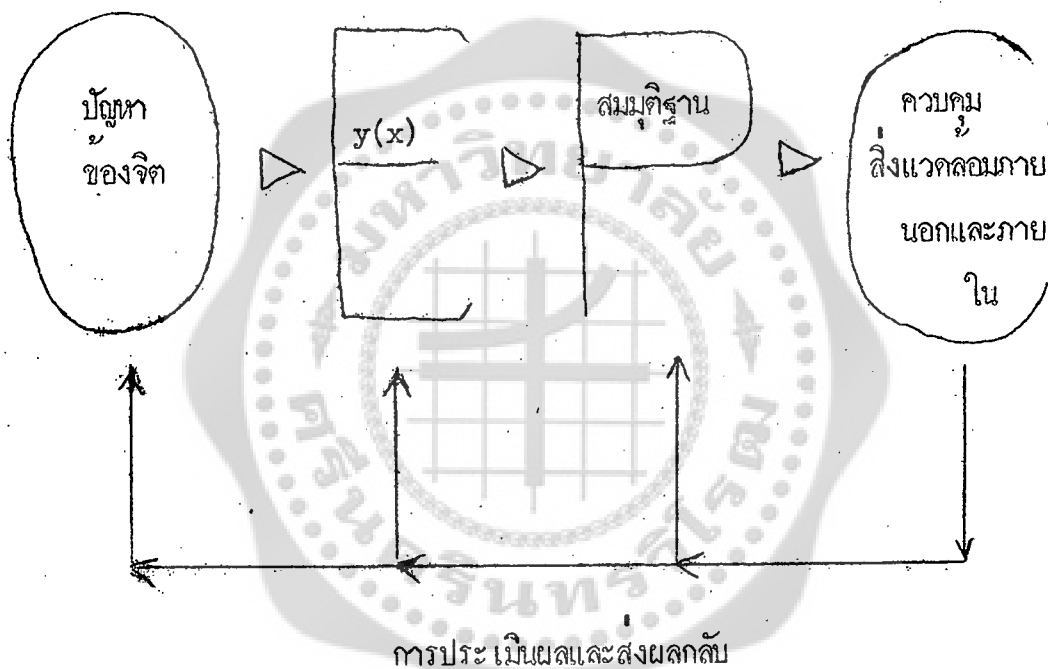
ระหว่างวงกลมวงนอกสุด (วงกลมที่ ๓) กับวงกลมที่ ๒ ตอนกลางแสดงถึงแรงจูงใจใฝ่รู้ (Cognitive Motivation) เป็นสิ่งที่ครูต้องมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (การเรียนรู้ใฝ่บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน : Master Learning) ซึ่งแสดงไว้ระหว่างวงกลมที่ ๓ กับวงกลมที่ ๒ ตอนบน

ลูกศรทางขวามือที่วงกลมนอก เรียกว่า สังเกตแนวหน้า (Advance Concept) แสดงถึงสังเกตพื้นฐานหรือสังเกตใหม่ ๆ ที่จะนำมาช่วยให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ในขั้นตอนการสืบสวนสอบสวนได้สะดวกยิ่งขึ้น

๒. พัฒนาการอีกอย่างหนึ่งของโครงการสอนแบบสืบสวนสอบสวนภายใต้การนำของ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ คือ แผนภาพแสดงถึงปรัชญาของ O E P C ดังภาพประกอบ ๓

ปรัชญา O E P C

การสืบสวนสอบสวนแสวงหาการค้นพบจะทำให้สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ทั้งภายนอกและภายในได้



ภาพประกอบ ๓

ปรัชญา O E P C คือ การใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนตามขั้นทั้ง ๔ คือ ขบวนการสังเกตรายละเอียดเพื่อหาปัญหาของจิต ขบวนการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ขบวนการตั้งสมมุติฐานเพื่อทดสอบยืนยันความสัมพันธ์ในขั้นที่แล้ว และขั้นการควบคุมธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายใน คือเมื่อพบความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ซึ่งสามารถพบคำตอบของปัญหาแล้ว และได้ทดสอบยืนยันเป็นที่แน่นอนแล้ว ก็หาความรู้เรียนจะสามารถนำไปใช้ควบคุมธรรมชาติสิ่งแวดล้อมภายนอกให้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของตนและนอกจากนั้นยังเน้นเรื่องการควบคุมตนเองในตน

การคิดและทำอื่น ๆ อย่างมีแบบแผนเพื่อให้ตนเองมีคุณค่าที่จะอยู่ในสังคมร่วมกับบุคคลอื่นอย่างมีความสุข และในขณะที่เดียวกันถ้าหากในขั้นตอนใดตอนหนึ่งโดยยังไม่เป็นที่พอใจหรือยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผลลัพธ์นั้นก็จะส่งย้อนกลับมาให้เรียนรู้ได้คิดพัฒนาถึงขบวนการขั้นตอนว่ายังมีสิ่งใดบกพร่องบ้าง.





- กมล ภูประเสริฐ การศึกษาแบบการคิด (Cognitive Styles) ของนักเรียนในระดับชั้น
ประถมศึกษาตอนปลาย ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
๒๕๑๓, ๗๗ หน้า.
- จำรัส นองมาก การศึกษาแบบการคิด (Cognitive Styles) ของนักเรียนในระดับชั้น
ประถมศึกษาตอนต้น ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
๒๕๑๓, ๘๗ หน้า.
- โชติ เพชรชื่น ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชาเทคนิค
การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๑๓, ๒๕ หน้า.
- ธงชัย ชิวปรีชา การศึกษาแบบการคิด (Cognitive Styles) ของนักเรียนฝึกหัดครูระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ชั้นปีที่ ๑ และ ๒ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชา
การศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๓, ๑๐๒ หน้า.
- นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ "การรู้จักคิด" พัฒนาวัดผล ๒ บริษัทไทยพัฒนการจำกัด พระนคร
๒๕๑๓, ๑๔๕ หน้า.
- บุญลือ ทองอยู่ การศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสืบสวน (Inquiry)
กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความเกรงใจ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๔, ๗๓ หน้า.
- พิทักษ์ รัชพลเกษ นโยบายการศึกษายาววิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเณรศึกษา
พระนคร ๒๕๑๓, ๗๔ หน้า.
- วิรัช วิเชียรโชติ "การสอนแบบสืบสวน - สอบสวน : วิธีสอนให้คิด" พัฒนาวัดผล ๗
๒๕๑๔, หน้า ๕๖ - ๖๐.
- สุวัฒน์ เงินคำ การศึกษาแบบการคิด (Cognitive Styles) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยม
ศึกษาตอนต้น ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๓,
๑๐๐ หน้า.
- อรทัย เศรษฐลักโก การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน (Inquiry) กับ
ความคิดแบบอื่น ๆ (Cognitive Styles) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)
ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๔, ๗๓ หน้า.

- Aiken, Lewis R. Jr. and Aiken, Dorothy R., "Recent Research on Attitudes Concerning Science," Science Education, 53 (4) : 295 - 305, October 1969.
- Andersen, Hans, O., Reading in Science Education for the Secondary School, The Macmillan Company, New York, 1969, 431 pp.
- Ferguson, George, Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw Hill Book Co. New York, 1971, 492 pp.
- Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education, Vakins, Feffer and Simons Privated Ltd., Bombay, 1966, 491 pp.
- Guilford, J. P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, McGraw - Hill Books Co., New York, 1965, 633 pp.
- Haney, Richard E., "The Development of Scientific Attitude," Reading in Science Education for the Secondary School, The Macmillan Company, New York, 1969, p. 198 - 204.
- Hughes, Earl F., "Role Playing as a Technique for Developing a Scientific Attitude in Elementary Teacher Trainees," Journal of Research in Science Teaching, 8 (2) : 113 - 122, 1971.
- Jones, Howard L., "Development of the T A B Science Test," Research and Curriculum Development in Science Education, The University of Texas Publication, 7023 : 28 - 58, December, 1970.
- Kosolsreth, Naunpen, A Study of Parent - Child Relationships in Cognitive Styles, Master Thesis, University of Illinois, 1964, 111 pp.
- Lee, Lee C., Jerome, Kagan and Alice, Rabson, "Influence of a Preference for Analytic Categorization Upon Concept Acquisition," Child Development, 34 : 433 - 442, 1963.
- Lewis, June and Potter, Irene C., The Teaching of Science in the Elementary School, Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1970, 571 pp.
- Lindquist, E. F., Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education, Houghton Mifflin, Co., Boston, 1956, 393 pp.
- Macey, John, "How Seeds Travel," Science and Children, 10 (2) : 8, October, 1972.
- Raun, Chester E., and Butts, David P., "The Relationship Between the Strategies of Inquiry in Science and Student Cognitive and Affective Behavioral Change," Current Research in Elementary School Science, The Macmillan Company, New York, 1971, p. 204 - 214.

- Rosman, Bernice L., "Analytic Cognitive Style in Children," Dissertation Abstract, 27 : 2126 - 2131 B., 1966.
- Scott, Norval, "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization, A Three Year Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching, 7 : 95 - 102, 1970.
- Suchman, J. R., The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry, Principal Investigator, 1962, 128 pp.
- Suchman, J. Richard, "Inquiry : the Condition for Inquiry," The Instructor, 75 (1) : 32 November, 1965.
- Suchman, J. Richard, Inquiry Development Program : Developing Inquiry, Science Research Associates, Inc., Chicago, 1966, 79 pp.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Lestie W., Teaching Science by Inquiry in the Secondary School, Charles E. Merrill Publishing Co., Ohio, 1967, 357 pp.
- Williams, David L. and Herman, Wayne, Jr., Current Research in Elementary School Science, The Macmillan Company, New York, 1971, 431 pp.



ภาคผนวก ก.

ศัพท์เทคนิคที่ใช้ในขบวนการสืบสวนสอบสวน (Inquiry)

๑. สิ่งกับแนวทาง

- ข้อตกลงเบื้องต้น
- ความรู้เดิมที่นักเรียนรู้อยู่ก่อนล่วงหน้า อาจจากประสบการณ์หรือบทเรียนในชั้น
- ความรู้ใหม่จำเป็นสำหรับการค้นพบ

๒. ข้อมูล

- ข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตและสอบสวน เช่น ผลจากการทดลอง หรือจากคำตอบของครู

๓. อภิปราย

- การถกเถียงหรือการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลในกลุ่ม เพื่ออธิบายปรากฏการณ์

๔. สังเกต

- พิจารณาและค้นหารายละเอียดเกี่ยวกับธรรมชาติ ลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ

๕. อธิบาย

- การให้เหตุผลเพื่อตรวจสอบสัจโดยอาศัยความจริงที่ค้นพบแล้ว และเมื่อตอบคำถามชนิด "ทำไม"

๖. ตัวแปรหรือองค์ประกอบ

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปในปรากฏการณ์หนึ่งๆ เช่น การขยายตัวของโลหะ เมื่อองค์ประกอบสองอย่าง คือ ความร้อน และชนิดของโลหะ

- ตัวแปรที่สัมพันธ์กัน $y = f(x)$ / คือถ้าสิ่งหนึ่งเปลี่ยน อีกสิ่งหนึ่งจะเปลี่ยนด้วย

- สืบว่าถ้าเกิด x แล้วจะมีอะไรเกิดขึ้น

๗. การทดสอบ

. การตรวจสอบว่าเป็นจริงหรือไม่ หรือถูกต้องหรือไม่

๘. สมมุติฐาน

. ข้อเท็จจริงที่งัดขึ้นจากทฤษฎีเพื่อทำนาย ปรากฏการณ์
หรือเหตุการณ์ โดยไม่แน่ใจว่าจะถูกหรือผิด
- สมมุติฐานที่ดีต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้

๙. ทฤษฎี

. คำอธิบายที่งัดขึ้นจากหลักของเหตุผล เพื่ออธิบายปรากฏการณ์
ต่าง ๆ

๑๐. การทดลอง

. การปฏิบัติเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานหรือความสัมพันธ์ของตัวแปร
ต่าง ๆ

๑๑. เกณฑ์ในการตัดสินว่าทฤษฎีใดเป็นทฤษฎีที่ใช้ได้

. ต้องได้ประโยชน์จากทฤษฎีนั้น
- รุหนาทของทฤษฎีนั้น
- สามารถตรวจสอบได้

๑๒. ตีความหมาย

. สามารถจับความสำคัญ ๆ ของทองเรื่องได้ เปรียบเทียบ
กันได้ ระบุว่าแต่ละตอนพาดพิงสัมพันธ์กันอย่างไร

๑๓. วิเคราะห์

. สามารถแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ให้กระจายออกเป็น
ส่วนย่อย ๆ ว่า
- เรื่องราวนั้นมีความสำคัญตรงไหน ?
- แต่ละส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ?
- ส่วนย่อยที่รวมกันเป็นเรื่องราวที่สมบูรณ์ยึดหลักการ
ใด ?

๑๔. สังเคราะห์

. สามารถนำเอาหนวยความรูต่าง ๆ มาร้อยกรองจัดระเบียบ
ใหม่ ให้เกิดเป็นโครงสร้างใหม่

๑๕. สรุปรวบยอด

. สามารถรวบรวมและย่อความจริง ลงเป็นหลักวิชา
หรือหัวใจของวิชา

๑๖. การประเมินผล

. การวินิจฉัยตีราคาสิ่งของ หรือผลงานโดยสรุป อย่างมี
หลักเกณฑ์ และมาตรฐาน

หมายเหตุ ผลงาน อาจเป็นรูปธรรมหรือความคิดเห็น
และทัศนคติ ที่เป็นนามธรรม

๑๗. คำถามโดยใช่หลักของการสอบสวน (Inquiry) มี ๔ ชั้น

๑. คำถามในลักษณะ การสังเกต คือคำถามที่เกี่ยวกับคุณสมบัติ
โครงสร้าง รายละเอียดต่าง ๆ ของสิ่งนั้น เป็นคำถาม
ที่มักจะขึ้นต้นว่า อะไร ?

๒. คำถามในลักษณะการอธิบายหรือสงสัย เป็นคำถามเกี่ยวกับ
คำว่า ทำไม อะไร เป็นสาเหตุ มองลึกกว่าการสังเกต
เป็นคำถามที่มักจะขึ้นต้นว่า ทำไม ?

๓. คำถามแบบ ทำนาย คือเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้า
โดยอาศัยสิ่งที่อยู่ในขณะนั้น เช่น ถ้าเกิดอย่างนั้นแล้ว
ผลจะเป็นอย่างไร หรืออีก ๓ วัน จะเป็นอย่างนั้น
ใช่หรือไม่ ? เป็นคำถามที่มักจะขึ้นต้นว่า ถ้า...

๔. คำถามแบบการนำไปใช้ประโยชน์ เป็นคำถามที่จะทำ
ให้เกิดผลผลิต หรือขบวนการใหม่ ๆ โดยเอาสิ่งที่กำลัง
พบอยู่เป็นความรู้ วัตถุดิบที่จะนำไปประดิษฐ์

ตัวอย่างโครงการสอน เรื่องการทอผ้าให้เด็กดาวน์น้ำเย็น

๑		๒		๓		๔	๕
โครง หน้	อัน ที่	การ ทอ	จุด น้	สั กับ น้	น้ ทอ ทอ Application	พ ทอ ทอ	อ ทอ
						C-4 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมมาได C-6 ตั้งคำถามได้ตามลำดับชั้น ๑๐. ไรซอสแนทจาก สังกับแนทน้ำได ๑๑.สรุปกฎเกณฑ์จากสมมติฐานที่ตรวจ สอบแล้ว ๑๒.สามารถเปรียบเทียบขั้นตอนการวิทยาศาสตร์ และความคิดแบบสืบสวนได้ C-8 ๑๓.คิดแบบโยงความสัมพันธ์คือ - การสร้างเรื่องราว ให้สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องกัน - การรวมสิ่งเรามาพบหน้า รวมกัน ๑๔.คิดแบบจำแนกประเภท - ความคล้าย คลึงของสมบัติทางปรการ ๑๕.การคิดแบบวิเคราะห์ จัดลำดับเรื่องราวต่าง ๆ หรือส่วนต่าง ๆ ได้อย่าง ละเอียด ๑๖. คิดแบบวิจารณ์ - สรุปจากข้อมูล ที่ได้ไว้ได้ A-1 ๑๗.เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ตอ้งบังคับ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน	

ตัวอย่างโครงงานการสอน เรื่องการคำนวณให้ผลตอบแทน

๑		๒		๓		๔	๕
โครงงาน	อันดับที่	การทดลอง	จุดมุ่งหมาย	ส่งกับแนวทาง	เนื้อหาที่คาดหวังและ Application	พฤติกรรมที่คาดหวัง	อุปกรณ์
						A2 ขักถั่วทองให้เลาเรื่องทางวิทยาศาสตร์ ๑๔. แลวงหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลจาก ขมด E1 สามารถบอกหรือบรรยายเปรียบเทียบถึง ๒๐. ความแตกต่างระหว่างของหลาย ๆ สิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันใด E3 บอกประโยชน์ของสิ่งต่าง ๆ ไดมากที่สุด	

ภาคผนวก ข. (ตอน ๒)
ตัวอย่างโครงการสอน เรื่องการสนทนาให้เล็ดคายน้ำเย็น

๒ หลักสูตรการสอนที่คาดหวัง		๓ หลักสูตรการเรียนที่คาดหวัง				๔	๕
ผู้	ทำ	ผู้	ทำ	ผู้	ทำ	ประเมินผล	หมายเหตุ
๑. ครูชักชวนให้นักเรียนสังเกต การทดลอง	๑. ครูเริ่มลงมือทดลอง ตามลำดับ	คำถาม ๑. คริแรกน้ำเดือดไหม ๒. เมื่อน้ำ เดือดอากาศในหลอดแก้วมีน้อยไหม ๓. เมื่อบีบจุกยาง อากาศเข้าไม่ได้ใช้ ไหม ๔. ถังนมมีบีบิจุกยางแล้ว อากาศข้างในจึงมีน้อยกว่าครั้งแรก ก่อนบีบไหม ๕. ทำไมเมื่อบีบน้ำ เย็นหลอดแก้วหรือบนคนโพน้าจึง เดือดขึ้นมาอีก ๖. เมื่อน้ำเดือดเราปิด จุกยางในหลอดแก้วจะมีน้ำร้อนกับไอน้ำ เต็มไปหมดไหม ๗. เมื่อบีบอากาศมี น้อยตามที่ตั้งกับแนวหน้าบอกไว้ไหม	๑. นักเรียนสังเกต ๒. นักเรียนดู สังเกตการทดลอง จนครบถ้วนแล้ว ถาม ๓. นักเรียนฟัง และจับบันทึก	คิดเพื่อตั้งคำถาม ๑. คิทธิวิเคราะห์ รายละเอียดของ องค์ประกอบใน การทดลองต่างๆ ๒. คิกโยงความ สัมพันธ์ระหว่าง สิ่งกับแนวหน้ากับ การทดลอง ๓. คิจำแนก ประเภทระหว่าง การทดลองที่	๑. การทดลอง ๒. สังเกต ๓. ปฏิบัติ (ทดลองใจ) ๔. การเขียน รายงาน		
๒. ขณะทำทดลองครูอธิบายสิ่งที่ แนวทางไปด้วย	๑. ครูเริ่มลงมือทดลอง ตามลำดับ	คำถาม ๑. คริแรกน้ำเดือดไหม ๒. เมื่อน้ำ เดือดอากาศในหลอดแก้วมีน้อยไหม ๓. เมื่อบีบจุกยาง อากาศเข้าไม่ได้ใช้ ไหม ๔. ถังนมมีบีบิจุกยางแล้ว อากาศข้างในจึงมีน้อยกว่าครั้งแรก ก่อนบีบไหม ๕. ทำไมเมื่อบีบน้ำ เย็นหลอดแก้วหรือบนคนโพน้าจึง เดือดขึ้นมาอีก ๖. เมื่อน้ำเดือดเราปิด จุกยางในหลอดแก้วจะมีน้ำร้อนกับไอน้ำ เต็มไปหมดไหม ๗. เมื่อบีบอากาศมี น้อยตามที่ตั้งกับแนวหน้าบอกไว้ไหม	๑. นักเรียนสังเกต ๒. นักเรียนดู สังเกตการทดลอง จนครบถ้วนแล้ว ถาม ๓. นักเรียนฟัง และจับบันทึก	คิดเพื่อตั้งคำถาม ๑. คิทธิวิเคราะห์ รายละเอียดของ องค์ประกอบใน การทดลองต่างๆ ๒. คิกโยงความ สัมพันธ์ระหว่าง สิ่งกับแนวหน้ากับ การทดลอง ๓. คิจำแนก ประเภทระหว่าง การทดลองที่	๑. การทดลอง ๒. สังเกต ๓. ปฏิบัติ (ทดลองใจ) ๔. การเขียน รายงาน		
๓. ครูชักชวนให้นักเรียนถามโดย แต่ละตอนเมื่อเห็นนักเรียนคิด ตามไม่ได ไม่ตรงจุดก็พูด สั่งกับแนวหน้าอยู่เสมอ	๑. ครูเริ่มลงมือทดลอง ตามลำดับ	คำถาม ๑. คริแรกน้ำเดือดไหม ๒. เมื่อน้ำ เดือดอากาศในหลอดแก้วมีน้อยไหม ๓. เมื่อบีบจุกยาง อากาศเข้าไม่ได้ใช้ ไหม ๔. ถังนมมีบีบิจุกยางแล้ว อากาศข้างในจึงมีน้อยกว่าครั้งแรก ก่อนบีบไหม ๕. ทำไมเมื่อบีบน้ำ เย็นหลอดแก้วหรือบนคนโพน้าจึง เดือดขึ้นมาอีก ๖. เมื่อน้ำเดือดเราปิด จุกยางในหลอดแก้วจะมีน้ำร้อนกับไอน้ำ เต็มไปหมดไหม ๗. เมื่อบีบอากาศมี น้อยตามที่ตั้งกับแนวหน้าบอกไว้ไหม	๑. นักเรียนสังเกต ๒. นักเรียนดู สังเกตการทดลอง จนครบถ้วนแล้ว ถาม ๓. นักเรียนฟัง และจับบันทึก	คิดเพื่อตั้งคำถาม ๑. คิทธิวิเคราะห์ รายละเอียดของ องค์ประกอบใน การทดลองต่างๆ ๒. คิกโยงความ สัมพันธ์ระหว่าง สิ่งกับแนวหน้ากับ การทดลอง ๓. คิจำแนก ประเภทระหว่าง การทดลองที่	๑. การทดลอง ๒. สังเกต ๓. ปฏิบัติ (ทดลองใจ) ๔. การเขียน รายงาน		

ตัวอย่างโครงการสอน เรื่องการสนทนาให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ

๖ พฤติกรรมกรรมการสอนที่คาดหวัง		๗ พฤติกรรมการเรียนที่คาดหวัง			๘ ประเมินผล	๙ หมายเหตุ
พฤติกรรม	ทำ	พูด	ทำ	คิด		
๔. ครูชักชวนให้นักเรียนสรุปโดยคร่าว ๆ ร่วม กันว่านักเรียนจะสรุปเป็นความรู้อย่างไร	ครูควรช่วยนักเรียนสรุป และเขียนบนกระดานดำ	– นักเรียนช่วยกันสรุปเป็นเรื่องราวตามเนื้อหาที่ต้องการ <u>นักเรียนถาม</u> ๑. มันดูเขาป้อากาตอนยี่สิบใหม่ ๒. ความกดดันจึงน้อยใช้ใหม่ ๓. ตนนำคม น่าจะเด็ดเร็วกว่าปกติใช้ใหม่ ๔. ถ้าเราหุงข้าวห่อต้มเนื้อกวาสักต้องใช้เวลาานเพื่อให้ได้ความรอนมากพอใช้ใหม่ ๕. นักเรียนช่วยกันสรุป	– นักเรียนจดบันทึกข้อความที่ได้จากการช่วยกันสรุป เป็นเนื้อหา – นักเรียนฟังสถานการณ์จากครูแล้วจดบันทึกในสมุด	คิดเพื่อสรุป ๑. คิดวิเคราะห์ถึงน้ำเดือดอีกเป็นครั้งที่สอง – สาเหตุที่ทำให้เกิดการเดือด ๒. คิดโยงความสัมพันธ์ – การเปรียบเทียบระหว่างการต่าง ๆ ๓. การคิดแบบสังเคราะห์ – จัดลำดับเรื่องราวต่าง ๆ ได้ – จัดรูปแบบสิ่งต่าง ๆ ตามแนวใหม่		
๕. ครูพูดว่า "ถ้าเราไปทำขนมเขาและจะตองหุงอาหารกินเอง" จากข้อความขอให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาตามขอบวนการคิดแบบสอบถาม	– ฝึกการนำความรู้ไปใช้					
สอบถาม – เมื่อนักเรียนถามแล้วก็ขอให้ช่วยกันสรุปเนื้อหา	– ครูจดลงบนกระดานดำ		– นักเรียนจดบันทึก		๔. การคิดแบบวิจารณ์ – สรุปจากข้อมูลที่ได้ไว้ได้อย่างถูกต้อง	

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างพฤติกรรมการสอนที่คาดหวังของกลม Passive Inquiry

เรื่องการแนะนำให้เด็กควยน้ำเย็น

สังกัแนวนา (แจก Sheet)

๑. บริเวณที่มีอากาศน้อย ความกดดันของอากาศจะน้อยลง ถ้าอากาศมากความกดดันจะมากควย

๒. ไอน้ำมีแรงดัน

๓. ไอน้ำเมื่อได้รับความเย็นจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

๔. เมื่อไอน้ำกลั่นตัวความกดดันจะลดลง

๕. การเดือดคือการที่ของเหลวกลายเป็นไอทั่วทุกส่วน

เนื้อหาที่คาดหวัง

๑. ของเหลวชนิดเดียวกันอยู่ในที่ที่มีความกดดันต่างกัน เมื่อให้ความร้อนจะเดือดที่อุณหภูมิต่างกัน

๒. จุดเดือดของของเหลวเกี่ยวข้องกับความกดดันของกาศ

คำถาม

๑. นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้างจากการทดลอง บอกให้ละเอียด (ให้นักเรียนสังเกตให้ละเอียด)

๒. ทำไมน้ำถึงเดือดขึ้นมากครั้งหนึ่ง (เพื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความสงสัย Conceptual Conflict)

ถ้านักเรียนยังตอบไม่ได้ ก็เริ่มถามไปที่ละชั้น

๓. ในคนโงะมีไอน้ำอยู่หรือไม่, ไอน้ำมาจากไหน, เพราะอะไรจึงมีไอน้ำมาก นอกจากไอน้ำแล้วยังมีอะไรอีก

๔. ไอน้ำในคนโงะหลังจากออกจุกเปรียบเทียบกับไอน้ำในอากาศข้างนอกเป็นอย่างไรกัน (เป็นไอน้ำที่ร้อนกว่าหรือเย็นกว่า)

๕. การที่ปิดจุกคนโทแก้ว จะทำให้ภายในของคนโทเกิดอะไรขึ้น

๖. ก่อนที่ครูจะราดน้ำลงไปภายในคนโทแก้วตรงเห็นน้ำ มีอะไรอยู่บ้าง กุสักับแนวหน้าชีวเขาว่าไว้อย่างไร

๗. ก่อนที่ครูจะราดน้ำลงไปบนคนโทแก้วนี้ มีเหตุการณ์อะไรบ้าง (นำหยุดเคียด)

๘. พอราดน้ำเย็นลงไปแล้ว เกิดอะไรขึ้นในคนโทบ้าง (นำเคียดขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง)

ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น ใครจะอธิบายได้

๙. นักเรียนคิดว่าถ้าใช้หลอดราดลงไป น้ำในคนโทจะเดือดขึ้นมาอีกหรือไม่ (เป็นคำถามประเภท ทักทาย)

๑๐. เพราะฉะนั้นก็หมายความว่าน้ำเย็นทำให้น้ำเดือดขึ้นมา อีกครั้งหนึ่งใช่ไหม

๑๑. การเอาน้ำเย็นราดลงไปนี้ นอกจากจะทำให้น้ำเดือดขึ้นมาอีกครั้งหนึ่งเกิดอะไรขึ้นก่อน (ไอน้ำกลายเป็นหยดน้ำ) กุสักับแนวหน้าชีวเขาว่าไว้อย่างไร

๑๒. เมื่อไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำแล้วเกิดอะไรขึ้นภายในคนโท

๑๓. อย่างสมมุติว่าคนที่เอาน้ำเย็นราดลงไปคนโท มีความกดดันมากกว่าหรือน้อยกว่าข้างนอก (มากกว่า)

๑๔. เพราะอะไรจึงมีความกดดันมากกว่า (มีไอน้ำเคียดมาก)

๑๕. ไอน้ำในนั้นเป็นอย่างไร (ร้อน) เมื่อถูกน้ำเย็นจะเกิดอะไรขึ้น

๑๖. เมื่อกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ จะเกิดอะไรขึ้นในคนโทแล้ว ลองกุสักับแนวหน้า (ให้สรุปว่า ภายในคนโทมีความกดดันต่ำลง)

๑๗. เพราะฉะนั้นจะสรุปได้ใหม่ว่าการที่น้ำเดือดอีกนั้นเป็นเพราะอะไร

๑๘. น้ำเดือดครั้งที่ ๒ มีอุณหภูมิสูงเท่ากับเดือดครั้งแรกหรือไม่

๑๙. เพราะฉะนั้นนักเรียนจะสรุปได้หรือไม่ว่าจุดเดือดของน้ำหรือของเหลวจะเกี่ยวข้องกับ ความกดดันของอากาศอย่างไร

๒๐. ถ้าความกดดันปรกติ จุดเดือดจะเป็นอย่างไร

๒๑. ถ้าความกดดันของอากาศเปลี่ยนจุดเดือดของน้ำจะเป็นอย่างไร

๒๒. ถ้าความกดดันสูงน้ำจะเดือดช้าหรือเร็ว

๒๓. ถ้าความกดดันต่ำน้ำจะเดือดช้าหรือเร็ว

๒๔. บนยอดเขากับพื้นดินที่ไหนดีความกดดันมากกว่ากัน เพราะอะไร
๒๕. ถาตมหน้าบนยอดเขาจะเกิดเร็วกว่าหรือช้ากว่าตมหน้าบนพื้นดิน เป็นเพราะอะไร
๒๖. ถาตมไชบนยอดเขาจะสุกเร็วหรือช้ากว่าบนพื้นดิน เพราะอะไร
๒๗. ถาเอาหน้าเขาไช้มาวางคณโทแทน น้ำในคณโทจะเกิดเป็นอย่างไร

หมายเหตุ ข้อ ๒๐ - ๒๗ ให้ทำเป็นกรบ้าน.



ภาคผนวก ง.

ข้อ..... ชั้น..... วันที่.....

แบบสอบถามความรู้สึกของนักเรียน

แบบสอบถามต่อไปนี้ต้องการทราบความรู้สึกบางประการของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ การตอบแบบสอบถามนี้จะไม่เป็นผลกระทบกระเทือนต่อผลการเรียนและการสอบของนักเรียน แต่จะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้คล่อง มีความรู้ ความเข้าใจในวิชานี้มากยิ่งขึ้น เพราะฉะนั้นการตอบแบบสอบถามนี้ขอให้ตอบตามความรู้สึกของนักเรียนด้วยความเป็นจริงมากที่สุด

แบบสอบถามจะแบ่ง เป็น ๓ หัวข้อใหญ่ ๆ คือ

- I. ความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับงานการเรียนวิทยาศาสตร์
 - II. ความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับตัวครู
 - III. เรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียนอยากเสนอแนะให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอน
- ขอให้นักเรียน เลือกตอบข้อใดข้อหนึ่ง เพียงข้อเดียว แล้วขีดเครื่องหมาย X ลงใน

ช่องนั้น

I การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีใหม่นี้ นักเรียนมีความรู้สึกกว่า	มาก	ปานกลาง	น้อย
๑. มีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์			
๒. ได้รับความรู้			
๓. น่าสนใจ			
๔. น่าตื่นเต้น			
๕. สามารถจดจำได้			
๖. การดำเนินการสอนเร็ว			

I การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ควยวิชาใหม่ให้นักเรียนมีความรู้สึกว่	มาก	ปานกลาง	น้อย
๗. ชอบเรียน ๘. ฟังและจดบันทึกได้ทัน ๙. มีความวิตกกังวล ๑๐. มีความเชื่อมั่นในการสอบ ๑๑. การทดลองเป็นที่น่าสนใจ ๑๒. มีความอยากรู้อยากเห็นเพิ่มขึ้น ๑๓. การบ้านช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนเพิ่มขึ้น ๑๔. การบ้านที่ให้มีปริมาณ			

II ในขณะที่ครูทำการสอนนักเรียนมีความรู้สึกว่ครู	มาก	ปานกลาง	น้อย
๑. ใช้เสียงดัง ๒. เขมงวดกับระเบียบของห้อง ๓. เปิดโอกาสให้นักเรียนถาม ๔. สนใจนักเรียน ๕. ดักเตือนนักเรียน ๖. วางทาส่งควมว่ขรึม ๗. ยอมรับฟังควมคิดเห็นของนักเรียน			

III เรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียนคิดว่าอยากให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

๑.
๒.
๓.
๔.
๕.

