

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

การศึกษานิตยสารวิทยาศาสตร์ แบบสืบสวนสอบสวน
ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่ง
และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ปริญญาณิพนธ์

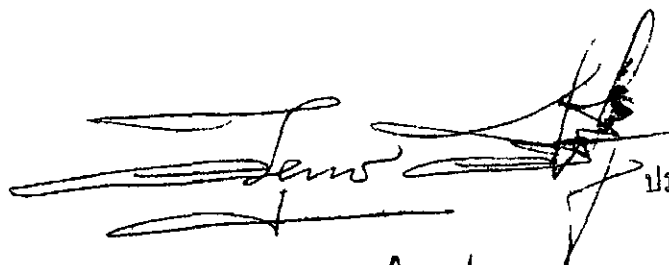
ของ

มงคล เอี่ยมสำอางค์

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สิงหาคม ๒๕๑๖

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำคณะ ได้พิจารณาปัญหานี้จนจบแล้ว เห็นสมควรรับ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้



ประธาน

สุเมธ ทรัพย์

กรรมการ

ศิริลักษณ์

กรรมการ

๑๔ สิงหาคม ๒๕๑๖

คำนำ

ผู้วิจัยเรียนวิชาโสตทัศนศึกษา จึงมีความยินดีที่ได้มีโอกาสจะเรียนรู้ และพยายามนำหลักการ แนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรม และเทคโนโลยีทางการสอน กุศโลบาย (หรือยุทธศาสตร์) ตลอดจน แนวปฏิบัติต่าง ๆ เท่าที่จะฟังศึกษาได้ มาฝึกปฏิบัติประยุกต์ใช้กับแนวการสอน และการวิจัยการสอนเช่นนี้ ทำให้ผู้วิจัยพบว่าวิชาโสตทัศนศึกษามีประโยชน์ ใช้นิยามมากในโครงการวิจัยแนวคิดใหม่ ๆ ทางการสอน นอกจากนั้นในฐานะสมาชิกของโครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ผู้วิจัยยังมีความรู้สึกเสมือนว่าได้รับประจุพลังบางประการ จากการเรียนรู้ร่วมกันในโครงการนี้ เพื่อจะออกไปมี "ปฏิกริยาร่วม" กับ "ประจุ" ต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายแพร่กระจายอยู่แล้วในปริมณฑล อันกว้างใหญ่ของวงการให้การศึกษา ไม่ว่าปฏิกริยาร่วมหรือปฏิสัมพันธ์ในเบื้องหน้าจะเป็นในรูปใด ผู้วิจัยหวังว่าคงเป็นประโยชน์แก่แนวคิดในการสอนการเรียน และการให้การศึกษาตามแนววิธีการวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแห่งปัญญา ในราชอาณาจักรนี้ได้อีกบ้าง

ผู้วิจัยเป็นสมาชิกของโครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกลุ่มแรก ที่รวบรวมข้อมูลประมวลผลมาเรียบเรียงจัดระบบเป็นรูปปฏิญานิพนธ์ชิ้นเสร็จเป็นอันล่าสุด ผู้วิจัยรู้สึกเป็นหนี้บุญคุณต่อประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับ ตลอดช่วงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้ และได้พยายามเรียบเรียงรายงานการวิจัยนี้อย่างเต็มที่ เท่าที่จะทำได้ แต่ก็ตระหนักอยู่เสมอว่ายังมีขอบฟ้าอยู่อยู่อีกหลายประการ เป็นธรรมดา เพราะผู้วิจัยมีความรู้ความคุ้นเคยอยู่ในทุกด้านที่ได้วิจัยสำเร็จจนเป็นปฏิญานิพนธ์นี้มาได้นั้น อาจนับได้ว่าเป็นผลรวมของความกรุณา และความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลาย ๆ ท่าน อาทิเช่น อาจารย์ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ หัวหน้าโครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และประธานคณะกรรมการควบคุมการศึกษาครั้งนี้ ได้ส่งเสริมอำนวยความสะดวก สนับสนุนให้กำลังใจเป็นอย่างสูงยิ่ง ตลอดจนอยู่เสมอ ในหลาย ๆ ด้านรวมทั้ง รองศาสตราจารย์ สุนทร พิริยกิจ อาจารย์สมศักดิ์ เจียมทะวงษ์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ทั้งสามท่านนี้ได้ให้ข้อคิดและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อันมีส่วนสำคัญต่อการส่งเสริมการคิดอย่างสร้างสรรค์ ทั้งได้กรุณาตรวจปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้อย่างรวดเร็ว มีผลให้เสร็จทันเวลา - อาจารย์ ดร. นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ ได้กรุณาให้กำลังใจ ให้แนวคิด และ

คำปรึกษาต่าง ๆ มาตลอด นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้ขอคิดและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการเขียน
ปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ จากอาจารย์ ดร. เป็รื่อง กุมพ อิกคัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวนามมานี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ใหญ่ และคณะครูโรงเรียนสายน้ำทิพย์ ขอขอบใจนักเรียนชั้น
ประถมปีที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๔๔ โรงเรียนสายน้ำทิพย์ กรุงเทพมหานคร ที่ได้ช่วยเหลือ
และให้ความสะดวกในการทดลอง และเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณหญิง ทองน้อม ที่ได้สละเวลาและความคิด เพื่อเขียนโปรแกรม และ
ดำเนินการประมวลผลข้อมูลหลายอย่างด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ คุณนิติ สุวรรณศิริ ที่อนุญาตให้
ใช้แบบทดสอบการสร้างสิ่งกบ และให้คำแนะนำเป็นอย่างดีเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ คุณไสว
เลี่ยมแก้ว คุณบุญลือ ทองอยู่ และคุณอรทัย เกรษฐศักดิ์ ที่ไว้สร้างแบบทดสอบ ที่ผู้วิจัย
ได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมโครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ทุกท่านที่ไว้ร่วมกันทำงาน
มาอย่างจริงจัง

ขอขอบคุณ อาจารย์ของอาจ จิยะจันทร์ อาจารย์สำเริง บุญเรืองรัตน์ อาจารย์สมหวัง
เล็กน้อย อาจารย์ณภา โพธิ์ปักษ์ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ อีกหลายท่าน เช่น คุณธนู ประธาน
คุณประเวทย์ จันทรัตน์ คุณเจี๊ยตศักดิ์ ไชวาสินธ์ คุณอำพล โองเคลือบ คุณเกียรติศักดิ์
กิตนุนาม คุณเกรียงศักดิ์ พราวศรี คุณประทีน คลายนาค ตลอดจนคุณสุวรรณค์ สุวรรณโชติ
เพื่อนรุ่นอาจารย์ และอีกหลาย ๆ ท่านที่ไม่อาจกล่าวนามไว้ได้ทั้งหมด ที่มีส่วนสำคัญทำให้
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มได้เร็วทันเวลา

ขอขอบคุณคุณอุประพันธ์ ปลื้มพลอย และคณะที่ได้ทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจ แรงพิมพ์
และอุทิศสํานาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครู ทั้งมวล ที่ได้ประสิทธิ์ประสาท
ความรู้ ความคิด ตั้งแต่ต้นมาจนบัดนี้ ซึ่งช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

มงคล เอี่ยมสำอางค์

๔ สิงหาคม ๒๕๔๖

สารบัญ

๑
บท

๒
หน้า

๑ บทนำ

๑

ภูมิหลัง

๓

ความหมายของการศึกษาค้นคว้า

๖

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

๖

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

๗

ศัพท์เฉพาะ ข้อตกลงเบื้องต้น และนิยามเชิงปฏิบัติการ

๘

ทฤษฎี และเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๑๐

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน

๑๐

ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๑๒

ความคิดสร้างสรรค์

๒๑

การสร้างสิ่งกับ

๒๕

ผังทฤษฎี เกี่ยวกับตัวแปรที่จะศึกษา

๒๗

สมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้

๓๐

บันทึกท้ายบท

๓๔

๒ การเตรียมงานเพื่อการวิจัย

๔๓

คณะผู้วิจัย

๔๓

ประชุมปฏิบัติการ

๔๓

การวิเคราะห์หลักสูตร

๔๔

โครงสร้างการสอน

๔๔

การฝึกหัดสอนแบบจุลภาค

๔๕

การเลือกและเตรียมเครื่องมือที่จะใช้

๕๑

๑
บท

๑
หน้า

๑
เกี่ยวกับการสอน

๕๑

๑
เกี่ยวกับการสอบวัดสมรรถภาพทางสมอง เพื่อ เก็บ

๑
รวบรวมข้อมูล

๕๒

๑
สรุปการ เตรียมงาน เพื่อวิจัย

๖๖

๑
บันทึกทนายบท

๖๗

๓
๑
วิธีวิจัย

๖๘

๑
๑
กลุมตัวอย่าง

๖๘

๑
๑
เนื้อหาที่สอน

๗๑

๑
๑
เครื่องมือที่ใช้

๗๐

๑
๑
กระบวนการทดลอง

๗๑

๑
๑
วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

๗๔

๑
๑
บันทึกทนายบท

๗๖

๔
๑
การวิเคราะห์ข้อมูล

๗๗

๑
๑
สัญลักษณ์ที่ใช้

๗๗

๑
๑
การวิเคราะห์ข้อมูล

๗๘

๑
๑
เกี่ยวกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๘๐

๑
๑
เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

๘๓

๑
๑
เกี่ยวกับการสร้างสิ่งกับ

๑๐๐

๑
๑
ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๑
๑
ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสิ่งกับ

๑๑๕

๕
๑
สรุปการวิจัยโดยสังเขป

๑๒๑

๑
๑
ความมุ่งหมาย

๑๒๑

๑
๑
กลุมตัวอย่าง

๑๒๑

มทท

หน้า

เครื่องมือที่ใช้

๑๒๑

วิธีดำเนินการทดลอง

๑๒๒

การวิเคราะห์ข้อมูล

๑๒๒

สรุปผลการค้นคว้า

๑๒๓

๖ อภิปรายผล สรุปประเมินผล และข้อเสนอแนะ

๑๓๐

อภิปรายผลทั่วไป

๑๓๐

อภิปรายผลที่เกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ

๑๓๓

สรุปประเมินผลการวิจัย

๑๔๓

ข้อเสนอแนะต่อการวิจัยและพัฒนาการสอน

๑๔๔

ขอคิดเห็นเสนอต่อการให้การศึกษา และการฝึกหัดอบรมครู

๑๔๗

บรรณานุกรม

๑๕๐

ภาคผนวก

๑๖๒

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างสไลด์ที่ใช้สอน Model B กลุ่มทดลอง ๒

๑๖๓

ภาคผนวก ข. คำสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบต่าง ๆ

๑๖๔

ภาคผนวก ค. สูตรสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

๑๖๗

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
๑ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์	๕๗
๒ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการสร้างสรรค์กับเนื้อสร้างเป็นสไลด์	๖๕
๓ ตารางสอนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม	๗๓
๔ พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลอง ๑ เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)	๘๐
๕ พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลอง ๒ เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)	๘๑
๖ พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)	๘๑
๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ	๘๒
๘ เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ เมื่อคำนวณปรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ แล้ว	๘๓
๙ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ	๘๔

การวาง	หน้า
๑๐	เปรียบเทียบค่าพัฒนาการคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ ๘๕
๑๑	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพ ๘๖
๑๒	เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพ เมื่อคำนวณ ปรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ แล้ว ๘๗
๑๓	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนคุณภาพคำถาม จากฉบับรูปภาพ ๘๘
๑๔	เปรียบเทียบค่าพัฒนาการคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพ ๘๘
๑๕	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนจำนวนคำถามจาก ฉบับข้อความ ๘๐
๑๖	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนจำนวนคำถามจาก ฉบับข้อความ ๘๑
๑๗	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนคุณภาพคำถามจาก ฉบับข้อความ ๘๒
๑๘	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนคุณภาพคำถามจาก ฉบับข้อความ ๘๒
๑๙	พัฒนาการของคะแนนความถี่สร้างสรรค์ในกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบ ระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ย จากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$) ๘๓

- ๒๐ พัฒนาการของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มทดลอง ๑ เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$) ๕๔
- ๒๑ พัฒนาการของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มทดลอง ๒ เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$) ๕๔
- ๒๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือน ๕๕
- ๒๓ เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือนเพื่อคำนวณรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ แล้ว ๕๖
- ๒๔ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือน ๕๗
- ๒๕ เปรียบเทียบค่าพัฒนาการคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือน ๕๘
- ๒๖ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความหมายของเส้น ๕๘
- ๒๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความหมายของเส้น ๑๐๐
- ๒๘ พัฒนาการของความสามารถในการสร้างสิ่งใหม่ของกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$) ๑๐๑

๒๕	พัฒนาการของความสามารถในการสร้างสิ่งปลูกของกลุ่บทดลอง ๑ เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)	๑๐๒
๓๐	พัฒนาการของความสามารถในการสร้างสิ่งปลูกของกลุ่บทดลอง ๒ เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)	๑๐๓
๓๑	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนสิ่งปลูกสัมพันธ์	๑๐๔
๓๒	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนสิ่งปลูกสัมพันธ์	๑๐๕
๓๓	เปรียบเทียบค่าพัฒนาการคะแนนการสร้างสิ่งปลูกกับชนิดสิ่งปลูกสัมพันธ์	๑๐๖
๓๔	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนสิ่งปลูกสัมพันธ์	๑๐๗
๓๕	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนสิ่งปลูกสัมพันธ์	๑๐๗
๓๖	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความคลาดเคลื่อน ทางการรับรู้	๑๐๘
๓๗	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการการสร้างสิ่งปลูก จากคะแนน ความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้	๑๐๘
๓๘	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนคำตอบถูก	๑๑๐
๓๙	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนคำตอบถูก	๑๑๐

การวาง	หน้า
๔๐ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการสร้างสรรค์ เมื่อใช้ตอบคำ เป็นสิ่งเรา	๑๑๑
๔๑ เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยการสร้างสรรค์เมื่อใช้ตอบคำ เป็นสิ่งเรา เมื่อคำนวณปรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ แล้ว	๑๑๒
๔๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนการสร้างสรรค์ เมื่อใช้ตอบคำ เป็นสิ่งเรา	๑๑๓
๔๓ เปรียบเทียบค่าพัฒนาการคะแนนการสร้างสรรค์เมื่อใช้ตอบคำ เป็นสิ่งเรา	๑๑๔
๔๔ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน กับความคิดสร้างสรรค์	๑๑๕
๔๕ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน กับคะแนนการสร้างสรรค์	๑๑๖
๔๖ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ กับคะแนนการสร้างสรรค์	๑๑๗
๔๗ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนชนิดต่าง ๆ ของตัวแปร ศึกษา	๑๑๘
๔๘ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยภายในตัวแปร และระหว่างตัวแปร ชนิดต่าง ๆ	๑๒๐

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
๑	๒
๒	๔
๓	๑๖
๔	๒๔
๕	๓๖
๖	๓๗
๗	๔๐
๘	๕๕
๙	๕๘

ภาพประกอบ

หน้า

๑๐	ลักษณะกระดาษคำตอบ เมื่อทดสอบการสร้างสิ่งกับด้วยสิ่งเรา แบบรูปทรงเรขาคณิตระนาบ	๕๕
๑๑	สรุปการเตรียมงานเพื่อวิจัย	๖๖
๑๒	แผนแบบการทดลอง	๗๒
๑๓	โครงแบบความคิด แสดงการพยายามให้นักเรียนปฏิบัติสัมพันธ์ มากขึ้น	๗๔

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำลังเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วจนมีผู้คำนวณว่า เวลาที่บรรดาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเป็นสองเท่าตัวทุกรอบสิบปี (กอ สวัสดิ์พิพาณิชย์, ๒๕๑๕ : ๔๕) เรามีชีวิตอยู่ในยุคของการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เฉียบพลันยิ่งขึ้น ชาวคราวการใช้ผลความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ปรากฏขึ้นเกือบทุกสัปดาห์ (Gordon, 1972 : 6) สังคมปัจจุบันมีผลิตผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แลกซิมผสมกลมกลืนเข้ากับชีวิตประจำวันอยู่ทุกชั่วลมหายใจในรูปแบบต่าง ๆ กันจนแยกไม่ออก (สิปปนนท์ เกตุทัต, ๒๕๑๖ : ๔๒) ความเจริญทางวิทยาศาสตร์ทำให้การดำรงชีวิตเปลี่ยนแปลงไป ทำให้มาตรฐานและมาตรการทางสังคม ฯลฯ เปลี่ยนจากเดิมด้วย (กอ สวัสดิ์พิพาณิชย์, ๒๕๑๕ : ๔๕) แนวโน้มของการศึกษาในระยะปัจจุบันได้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องใช้เทคโนโลยี และแนวความคิดใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาและแก้ไขปัญหาด้านการศึกษามากขึ้นทุกวัน

กิจการต่าง ๆ ของมนุษย์ ส่วนใหญ่ได้ปฏิบัติสืบต่อกันมาในลักษณะการถ่ายทอดประสบการณ์เป็นความชำนาญที่สืบเนื่องกัน ในเบื้องแรกจะเป็นเชิงศิลปะของการปฏิบัติมากกว่าอาศัยหลักเกณฑ์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ต่อ ๆ มาจึงได้มีการนำเอาผลิตผล หลักเกณฑ์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาใช้มากขึ้น เป็นช่องทางให้คิดค้นเพื่อพัฒนากิจการต่าง ๆ ให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น กระบวนการต่าง ๆ ทางการศึกษาได้มีการพัฒนาสืบต่อกันมาเป็นลำดับเช่นเดียวกับ

เทคโนโลยีทางการศึกษา (Richmond, 1970 : 5 - 6) ซึ่งประกอบด้วยการพัฒนา ระบบ กลวิธี (Technique) และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงส่งเสริมกระบวนการศึกษาของประชาชนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งการประเมินผลการพัฒนา เป็นระยะ ๆ โดยสม่ำเสมอและนำผลจากการประเมินนั้นมาใช้เป็นแนวทางประกอบในการพัฒนาต่อไปนั้น จะเป็นเครื่องมืออย่างสำคัญยิ่งในการดำเนินการให้บรรลุวัตถุประสงค์ และการพัฒนาคุณภาพของการศึกษา

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงเทคโนโลยีทางการศึกษา คนส่วนมากมักจะนึกถึงแค่ตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ อันเป็นผลของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีที่นำเข้ามาใช้ในทางการศึกษา หรือมุ่งในแง่สื่อของการนำเสนอ และสิ่งที่จะใช้นำเสนอ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ แถบบันทึกภาพ และเสียง หรือการใช้เครื่องจักรอื่น ๆ เข้ามาช่วยในการจัดและให้การศึกษาเป็นส่วนใหญ่ แต่ที่จริงนั้น วิธีคิด วิธีการ และกลวิธีใหม่ ๆ ที่นำมาใช้ปรับปรุงพัฒนาวิธีการสอน หรือวิธีการจัดการศึกษาให้มีผลดี มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น กุศโลบาย (หรือยุทธศาสตร์) การสอน (Teaching Strategy) การจัดระเบียบการสอน บรรยากาศในการสอน หรือ แบบของการสอน ฯลฯ ก็ถือว่าเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาเหมือนกัน (จรรยา วงศ์สายัณห์, ๒๕๑๕ : ๓๑ ; Richmond, 1970 : 5 - 6)

✕เมื่อกล่าวถึงการศึกษาในข่ายจุลภาค (Micro Education) ซึ่งพิจารณาในขอบข่ายของกระบวนการเรียนและการสอนในโรงเรียนเป็นส่วนใหญ่เท่านั้น (Seares, 1967 : 18) การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวความคิด วิธีการ กลวิธี ตลอดจนอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ในทางการเรียนการสอน ซึ่งอาจเรียกได้ว่า เทคโนโลยีในการสอน (กรมวิชการ, ๒๕๑๕ : ๔๔) จะแยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้สามประเภท (Heinich, 1973 : 46) คือ

๑. การวางแผนแบบการสอนและหลักสูตร
๒. การวางแผนแบบผลิตภัณ์เพื่อใช้ในการสอน
๓. สื่อการสอน และบริการด้านสื่อ ✕

ความคิดและกลวิธีต่าง ๆ ที่นำมาใช้เป็นเทคโนโลยีในการสอนนั้น นับเป็นกุญแจออกสำคัญของกระบวนการให้การศึกษาในโรงเรียนทีเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านของการสอนการเรียน ฝ่ายวิทยาศาสตร์ ยิ่งน่าจะได้รับการพิจารณาบทบาทและแนวคิดทางด้านการสอน เป็นอย่างมาก (Balls, 1971 : 417 - 421) เนื่องจากว่าการเรียนการสอนฝ่ายวิทยาศาสตร์เป็นเสมือนรากฐานอย่างหนึ่งของการพัฒนาประเทศ การสอนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กระทำได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในโรงเรียนจะสามารถช่วยสร้างเสริมให้เด็กมีความรู้ความสามารถในทาง เศรษฐกิจ ขึ้นได้ (พิทักษ์ วัชรพลเดช, ๒๕๑๓ : ๓) ซึ่งนับเป็นการสอดคล้องกับเป้าหมายของแผน

พัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของชาติ ตลอดจนมาทบทวน

ฉะนั้นจึงควรจะมีการคิดค้นวิจัย พัฒนา ความคิดและกลวิธีในฐานะเป็นเทคโนโลยีในการสอน เพื่อหาหนทางทำให้เกิดมี "การสอนการ เรียนวิทยาศาสตร์ที่กระทำอย่างถูกต้อง เหมาะสมในโรงเรียน" ให้มากที่สุดเท่าที่โอกาสจะอำนวย

บทสรุป

วิทยาศาสตร์อาจจะมีหลายแง่มุม (Newton, 1971 : 531 - 534) แต่เมื่อศึกษา โดยสรุปรวบยอด (Generalization) จะพบว่า (Andersen & Koutnik, 1972 : 3) ส่วนสำคัญ ๆ ของวิทยาศาสตร์ ก็คือ

ก. กระบวนการศึกษา สำรวจ สังเกต และสืบค้นปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในโลก อันเป็นการสังเกตอย่างมีความหมาย (Active Observation)

ข. ผลจากการสำรวจสืบค้นเหล่านั้น

เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการ และผลของกระบวนการ หรือกล่าวอย่างง่าย ๆ ว่า เป็นทั้งวิธีการและเนื้อหา ดังนั้นแนวความคิดและกลวิธีในการสอนการ เรียนวิทยาศาสตร์ จึงน่าจะ เน้นกระบวนการหรือวิธีการไปพร้อม ๆ กับผลของกระบวนการหรือเนื้อหานั้นด้วย

สิ่งที่น่าสนใจพิจารณาอีกประการหนึ่งคือ ขณะที่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยน โฉมหน้าจากแนวเดิมที่เคยเน้นหนักไปในด้านการเก็บสะสมพรรณนา และแยกประเภทของข้อมูล การ เน้นการตีความหมายไปในเชิงทฤษฎีมากกว่าทางปฏิบัติ ในราวพุทธศตวรรษที่ ๒๔ มาเป็นแนว ความคิดทางวิทยาศาสตร์ของศตวรรษใหม่ มีการสร้างสรรค์สังเคราะห์ และ เน้นมาในแง่ที่ว่า วิทยาศาสตร์จะ เกี่ยวข้องกับชีวิตและการ วิวัฒนาการ เป็นสิ่ง ที่ เกิดจัดประ โยชน์ตรง เป้าหมาย และทันกาลต่อการดำรงชีวิตในยุคปัจจุบันมากยิ่งขึ้น วิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งในการ กำหนดวิถีทาง ของโลกมนุษย์ และธรรมชาติรอบ ๆ ตัวเรา (Robinson, 1968 : 5) แต่จากการสอน การ เรียนวิทยาศาสตร์จะยังคง เน้นหนักไปในแนวโน้ม และ วิธีการในสมัยเริ่มแรกของศตวรรษก็จะ ทำให้ไม่สอดคล้องกับทั้งขอบข่าย เนื้อหา และกระบวนการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์เป็นแน่ การสอน การ เรียนวิทยาศาสตร์ไม่น่าจะ เป็นเพียงการถ่ายทอดวิชาเพื่อให้รับรู้ไปในทำนองที่ว่า "วิทยาศาสตร์ เป็นคล้าย ๆ อย่างนี้" (Newton, 1971 : 531-534) เท่านั้น แต่ควรจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการ

สืบค้นแสวงหาคำตอบของผู้เรียนเองให้มากขึ้น บรูเนอร์ และ ชวาม (James, 1971 : 335 - 338) เห็นสอดคล้องกันว่า กระบวนการสอนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการเผชิญปัญหา แสวงหา และสืบสวนสอบสวนหาทางแก้ปัญหาหรือหาคำตอบโดยใช้กระบวนการแสวงหาและสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) นั้นสอดคล้องกลมกลืนกันเป็นอย่างดีกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นคณะกรรมการว่าด้วยการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ สหรัฐอเมริกา ยังได้เสนอความคิดที่ประชุมครูวิทยาศาสตร์ว่า ควรได้มีการสอนวิทยาศาสตร์ ในฐานะเป็นขบวนการ แสวงหาและสืบค้นอย่างที่สุด (Commission on Science Education, AAAS, 1970 : 3 - 4) เพื่อให้วิทยาศาสตร์ได้เป็นรากฐาน สืบหาสิ่งที่ยาจทดสอบได้ สังเกตได้ และทดลองได้สืบต่อไป เพราะวิทยาศาสตร์นอกจากจะเป็นระบบของข้อเท็จจริง ทฤษฎี หลักวิทยาการ และชุดเครื่องมือต่าง ๆ แล้ว ยังเป็นวิถีทางที่สร้างไว้เป็นแบบแผน และเกี่ยวข้องโดยตรงกับการสร้างคำถามและแสวงหาคำตอบ ดังนั้นผลสำเร็จอย่างหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์ คือการสอนข้อเท็จจริงให้สัมพันธ์กับกระบวนการแสวงหาและสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ เพราะกระบวนการแสวงหาและสืบค้นที่เรียนได้มานั้นจะเป็นแนวทางแสวงหาคำตอบต่าง ๆ ต่อไปไม่สิ้นสุด

กระบวนการแสวงหาและสืบค้น ถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งในการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ นานาเพื่อให้ได้ความรู้หรือความสัจจริงของสิ่งต่าง ๆ (Sund & Trowbridge, 1967 : 37) กิจกรรมทั้งหลายที่มุ่งสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ ก็นับเป็นการแสวงหาและสืบค้นอย่างหนึ่ง (Andersen & Koutnik, 1972 : 4) เมื่อนำหลักการแสวงหาและสืบค้นมาเป็นหลักสำคัญสำหรับแนวการสอนวิทยาศาสตร์ ก็เท่ากับการตั้งจุดประสงค์ทั่วไปในการสอนไว้ประการหนึ่งว่าเป็นการชักจูงผู้เรียนให้ค้นหาให้พบสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเอง (Hammerman, 1970 : 22 -) ให้มากที่สุด แอนเดอร์สัน และคณะ (Anderson et. al., 1970 : 58) ย้ำว่าโดยอรรถแล้วแนวการแสวงหาและสืบค้นนั้นจะดีความง่าย ๆ แต่เพียงการหาข่าวสารข้อมูล เป็นอุบายเกี่ยวกับการถามการตอบ เพื่อสืบค้นหาข้อมูลก็ไม่ผิด แต่ความหมายโดยนัยของการแสวงหาและสืบค้นนั้นกว้างขวางกว่านั้นมากนัก นับเป็นการพัฒนาทักษะของแต่ละบุคคลในการแสวงหาความจริงขึ้นเป็นลำดับ โดยมีจุดเน้นการลงมือแสวงหาและสืบค้นด้วยตนเองมากที่สุด และที่สำคัญคือเป็นการร่วม

กระบวนการและเนื้อหาให้มาหล่อหลอมเข้าด้วยกันเป็นอันหนึ่งอันเดียว

การแสวงหาและสืบค้นนั้นเน้นมากเกี่ยวกับกระบวนการค้นคว้าหาความจริงทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เด็กเรียนวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขบวนการและในขณะที่เด็กนั้นก็จะต้องเข้าใจพื้นฐานที่สังเกตได้ และเป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอีกด้วย (Sund & Trowbridge, 1967 : 39)

การแสวงหาและสืบค้น (Inquiry) แบบหนึ่งที่ วีริยทรี วิเชียรโชติ ได้พัฒนาขึ้น (The Inquiry Development Project, 2513 ; วีริยทรี วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ : ๒๙) เน้นหลักของการค้นคว้าหาความจริงหรือหลักการของขบวนการสืบสวนและสอบสวนเพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ ลักษณะ คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยต้องการสืบสวนก่อนว่ามีสิ่งใดหรือตัวแปรอะไร เกี่ยวข้องบ้าง เมื่อทราบแล้วจึงดำเนินการสอบสวนต่อไปว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร การนำหลักการการสืบสวนแล้วสอบสวนของ วีริยทรี วิเชียรโชติ ไปใช้ เป็นแนวทางหลักของการสอนนั้นต่อไปนี้จะเรียกว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (An Investigative หรือ Investigation Model of Inquiry)

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นเป็นกลยุทธ์ (Strategy) หรือแบบ (Style) ของการสอนอย่างหนึ่ง เป็นแบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด สืบค้นและแสวงหาจนเกิด "ความหมาย" หรือการค้นพบด้วยตนเองมากกว่ามุ่งบอกให้นักเรียนรับรู้ไปตามที่ครูนำมาเสนอในชั้น เท่านั้น (Gerlach & Ely, 1971 : 15 ; มงคล เอี่ยมสำอางค์, ๒๕๑๕ : ๒ - ๓ ; James, 1971 : 335 - 338) และการสอนแบบนี้อาจใช้วิธีสอนต่าง ๆ นานา เท่าที่จะเหมาะสมเพื่อให้การสอนการเรียบเรียงตามความหมายตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ (วีริยทรี วิเชียรโชติ, ๒๕๑๕ก : ๑)

แม้ว่าแบบการสอน เช่นนี้มุ่งส่งเสริมเอกลักษณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนไปในทาง อันน่าจะเป็นที่ปรารถนาสำหรับการสร้างสรรค์สังคมที่กระตือรือร้น ใฝ่รู้ และส่งเสริมการคิด แต่ก็ยังไม่แน่ว่าจะเกิดผลได้จริง เป็นประการใด หรือควรที่จะพัฒนาปรับปรุงกันต่อไปอีกเช่นใด จึงจะเหมาะสมกับสังคมไทย และ เนื่องจากออกจะมีแนวโน้มว่าจะ เป็นการสร้างสรรค์ระบบค่านิยมในทางการศึกษาที่คล้ายจะล้าหน้าระบบค่านิยมที่มีอยู่แต่โบราณในสังคมไทยไปบ้าง (อคุลย์ วิเชียรเจริญ, ๒๕๑๔ : ๑ - ๑๐) รวมทั้ง เพื่อ เป็นการศึกษาค้นคว้าทางพัฒนาปรับปรุงส่งเสริมกระบวนการสอนการ เรียนวิทยาศาสตร์ใน

ประเทศของเราต่อไปในวันข้างหน้าอีกประการหนึ่ง ทำให้ผู้วิจัยทำการทดลองศึกษาว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนในฐานะ เป็นการสอนแบบเพื่อการแสวงหา และสืบค้นแบบหนึ่ง จะส่งผลต่อนักเรียนไทยเราเป็นประการใดบ้าง โดยเลือกกำหนดตัวแปรที่จะศึกษาครั้งนี้ เป็น ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน การสร้างสิ่งก๊ป และความคิดสร้างสรรค์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

๑. เพื่อเปรียบเทียบว่าการสอนสองแบบ คือ การสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับ การสอนแบบที่ใช้สอนกันอยู่โดยทั่วไป จะมีผลต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน การสร้างสิ่งก๊ป และ ความคิดสร้างสรรค์ อย่างไรบ้าง*

๒. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง

๒.๑ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน กับ การสร้างสิ่งก๊ป

๒.๒ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน กับ ความคิดสร้างสรรค์

๒.๓ การสร้างสิ่งก๊ป กับ ความคิดสร้างสรรค์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

๑. เพื่อเป็นแนวทางประกอบในการ เสนอแนะ กระบวนการสอนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เหมาะสมสำหรับชาติ

๒. เพื่อเป็นแนวทางประกอบในการพัฒนา ปรับปรุง หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับ สภาพเศรษฐกิจสังคม และพื้นฐานทางจิตวิทยา อันเอื้อต่อการพัฒนาชาติ

๓. เพื่อเป็นแนวทางประกอบในการพัฒนาปรับปรุงการฝึกอบรมครูในฝ่ายวิทยาศาสตร์ต่อไป

๔. เพื่อเป็นแนวทางประกอบในการจัดการพัฒนาคุณภาพของประชากร ที่เหมาะสม สำหรับการพัฒนาประเทศ

๕. เพื่อหาทางพัฒนาปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาคนควา

การศึกษาคนควาครั้งนี้กระทำกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ โรงเรียน
สาธนาทิพย์ กรมสามัญศึกษา จังหวัดพระนคร ห้องที่ ๒ (๓๔ คน) ห้องที่ ๔ (๓๗ คน) และ
ห้องที่ ๕ (๓๓ คน)

ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๑. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ แบบ หรือลักษณะของการสอน

เป็นการสอนแบบที่ใช้สอนกันอยู่ทั่ว ๆ ไปอย่างหนึ่ง กับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนอีก
อย่างหนึ่ง

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น แบ่งออกตามลักษณะของการใช้สื่อได้เป็นสามประ เภท ✓
คือ

๑.๑ ประเภที่ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Model C : The Concrete Model)

เช่น การทดลอง การสาธิต การใช้ของจริง และหุ่นจำลอง ฯลฯ

๑.๒ ประเภที่ใช้สื่อที่เป็นนามธรรม (Model A : The Abstract Model)

เช่น การเล่าเรื่อง การพูดอ้างอิงโดยไม่มีสิ่งของเป็นตัวอย่าง หรือการใช้สัญลักษณ์แทนของจริง
 ฯลฯ

๑.๓ ประเภที่ใช้สื่อที่เป็นภาพ (Model B : The Model in Between)

เช่น การใช้ภาพนิ่ง หรือภาพถ่ายจากสไลด์ ฯลฯ

ในการศึกษาคนควาครั้งนี้ เฉพาะส่วนการสอบแบบสืบสวนสอบสวน ประเภที่ใช้สื่อที่เป็น
ภาพ แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น กลุ่มที่ใช้ภาพจากแผ่นภูมิ (กลุ่มทดลองที่ ๑) และกลุ่มที่ใช้ภาพถ่าย
จากสไลด์ (กลุ่มทดลองที่ ๒)

๒. ตัวแปรตาม เป็นความสามารถในด้านต่าง ๆ คือ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสิ่งกั ซึ่งในที่นี้ คือคะแนนทั่วค้ได้จาก

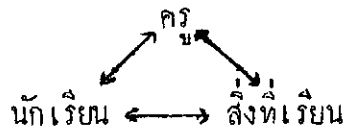
๒.๑ แบบทดสอบ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๒.๒ แบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์

๒.๓ แบบทดสอบ ความสามารถในการสร้างสิ่งกั

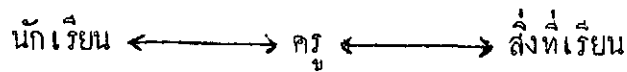
ศัพท์เฉพาะ ข้อตกลงเบื้องต้น และนิยามเชิงปฏิบัติการ

๑. การสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง แบบหนึ่งของการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้า แสวงหาคำตอบจนเกิดการค้นพบด้วยตนเองมากกว่าการรับความรู้ตามครูเป็นข้อใหญ่ ยึดการสืบสวนสอบสวนเป็นแกนกลาง หลักการสำคัญของการสอนแบบนี้ คือหาทางทำให้นักเรียนเกิดปัญหา หรือ ปัญหาของจิต (Conceptual Conflict) ระหว่างสิ่งที่เผชิญหน้านักเรียนอยู่ กับสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่และยึดถืออยู่แต่เดิม (หรือโครงสร้างทางความคิดและการรู้ = Cognitive Structure ที่มีอยู่แต่เดิม) แล้วครูช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดความไม่รู้อยากรู้อยากเห็น แสวงหาคำตอบที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล เพื่อคลายปัญหาของจิตนั้นลง โดยการทดลองลงมือกระทำ การซักถาม สืบสวนสอบสวน ตั้งคำถามในระดับต่าง ๆ คือ คำถามเกี่ยวกับการสังเกตและลักษณะนิยาม การอธิบาย การทำนาย หรือทดสอบการอธิบาย และการคิดสร้างสรรค์ สรุปหลักการ หรือการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ครูจะเป็นผู้คอยแนะทางและคอยช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการค้นพบให้มากที่สุด จึงแสดงความคิดได้ด้วยภาพประกอบ ๑



ภาพประกอบ ๑

๒. การสอนแบบที่ใช้สอนกันอยู่โดยทั่ว ๆ ไป ซึ่งอาจจะมีลักษณะของการสอนผิดแผกแตกต่างกันออกไปมากมาย และมีโครงแบบ (Model) ของการสอนหลายแบบ แต่เมื่อพิจารณาโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว อาจสรุปบรรยายได้ว่าส่วนใหญ่มุ่งเน้นผลของการค้นพบ (Product) ในรูปของเนื้อหาวิชา การใช้ความจำ การทำตามแบบอย่าง มากกว่ากระบวนการ (Process) และการคิด ครูเป็นผู้ถ่ายทอดบอกวิชา อธิบาย และเป็นศูนย์กลางของอำนาจในชั้นเรียน นักเรียนคอยรับสิ่งต่าง ๆ จากครู จึงแสดงความคิดได้ด้วยภาพประกอบ ๒



ภาพประกอบ ๒

๓. ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน คือความสามารถในการตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำอธิบายที่คืบขึ้นจากสิ่งที่เผชิญหน้าหรือเกี่ยวข้องอยู่ ซึ่งแสดงออกในรูปของคำถาม ๔ ลักษณะ คือ

๓.๑ คำถามในลักษณะการสังเกต เป็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะ นิยาม คุณสมบัติ โครงสร้าง และพฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ โดยมักถามในทำนอง เทาไร อย่างไร อะไร ฯลฯ

๓.๒ คำถามในลักษณะการอธิบาย เป็นคำถามเกี่ยวกับสาเหตุและการตั้งสมมติฐาน เพื่อเป็นการอธิบาย โดยมักถามในทำนองสร้างทฤษฎี เพราะเหตุใด ทำไม สาเหตุเป็นอย่างไร ฯลฯ

๓.๓ คำถามในลักษณะการทำนาย หรือทดสอบสมมติฐาน โดยคาดการณ์ล่วงหน้า เมื่อองค์ประกอบหรือตัวแปรเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาศัยข้อมูลส่วนมากจากสิ่งที่เผชิญหน้าอยู่ เช่น ถ้าเป็นเช่นนั้นจะไฉนอย่างไร คาดหวังว่าจะเป็นเช่นนั้นหรือไม่ ในกาลข้างหน้าจะเป็นอย่างไร เมื่อองค์ประกอบหนึ่ง ๆ เปลี่ยนไปสถานการณ์จะเปลี่ยนไปอย่างไร ฯลฯ

๓.๔ คำถามในลักษณะการสร้างสรรค์ หรือสรุปหลักการ เพื่อนำไปใช้ควบคุม องค์ประกอบให้เกิดคุณประโยชน์ เป็นคำถามหรือแนวความคิดการนำเอาข้อมูล ความรู้หรือหลักการต่าง ๆ มาผสมผสานรวมกัน สร้างเป็นขบวนการหรือผลิตผลใหม่ ๆ หรือแนวคิดในแง่ที่แปลกคือออกไปกว่าเดิม เช่น จากหลักการเช่นนี้เราจะนำไปสร้างสิ่งต่าง ๆ ขึ้นได้ดังนี้ไหม ฯลฯ

ทั้งนี้โดยใช้แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเป็นเครื่องมือให้แสดงความคิดออกมา เป็นการถามในรูปต่าง ๆ ข้างต้น

✕ ๔. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดค้นหาทางแก้ปัญหาได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ คำตอบจากสิ่งเร้าที่เผชิญหน้าอยู่ และรวมถึงความสามารถที่จะรวบรวมลักษณะต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันเข้าเป็นสิ่งที่ใหม่ หรือรูปแบบใหม่ ๆ หรือนำไปใช้ในแง่ใหม่ ๆ ต่าง ๆ ได้

สิ่งเร้าจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมตอบสนองในเชิงสร้างสรรค์ต่อเนื่องกันไป ผู้ที่มีประสบการณ์มาก มีการสังเกตดี และระลึกย้อนหลังได้มาก มักจะมีความคิดสร้างสรรค์สูง

ในขอบเขตของการศึกษาค้นคว้านี้ คำนึงถึงความสามารถในการคิดอย่างหนึ่งของแต่ละบุคคล ไม่ได้จำเพาะเจาะจงลงไปเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ ทั้งนี้โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมือให้หาทางแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้หลาย ๆ ทาง เพื่อจะนำมาเป็นข้อมูลเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลต่อไป

๕. การสร้างสิ่งกับ หมายถึงความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่มีลักษณะบางอย่างเหมือนกัน หรือคล้ายกัน และมีลักษณะบางอย่างต่าง ๆ กันว่าจะจัดรวมเข้าเป็นกลุ่มเป็นพวกเดียวกันได้ โดยอาศัยลักษณะใดเป็นหลัก และจะจัดรวมกันอย่างไร

ในขอบเขตของการศึกษาค้นคว้านี้ คำนึงถึงความสามารถของแต่ละบุคคลที่จะสร้างสิ่งกับจากลักษณะเด่น และจากมิติต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้จากสิ่งเร้าที่เป็นแบบทดสอบการสร้างสิ่งกับ

ทฤษฎีและเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีรากฐานทางจิตวิทยาในเรื่องพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ มาจากทฤษฎีของฌอง พียาเจต์ (Jean Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิสที่กล่าวว่า ขบวนการคิดของคนมีสองประการคือ ขบวนการใช้โครงสร้างความคิดเดิม กับขบวนการปรับปรุงขยายโครงสร้างเดิม เมื่อเผชิญปัญหาหรือหาความรู้นั้นคนจะนำขบวนการใช้โครงสร้างความคิดเดิมเข้ามาเป็นแนวทางของการคิด ถ้าสิ่งที่เผชิญหน้าอยู่ไม่ตรงกับโครงสร้างเดิม ก็จะใช้ขบวนการปรับปรุงขยายโครงสร้างเดิมเป็นแนวทางเพื่อค้นคว้าแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ต่อไป จากทฤษฎีของ พียาเจต์ ช่วงต้นนั้น วิกัยุทธ วิเชียรโชติ (วิกัยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ : ๒๔ - ๓๓ ; The Inquiry Development Project, ๒๕๑๓-) ได้นำมาพัฒนาเป็นโครงสร้างสำคัญของขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน คือ

๑. โครงสร้างชั้นการใช้ความคิด ความรู้เดิม หรือ Assimilative Structure

๒. โครงสร้างชั้นการปรับปรุงขยายโครงสร้างเดิม หรือ Accomodative Structure

หากนำโครงสร้างทั้งสองมาเป็นแนวพิจารณาขบวนการเรียนรู้ของนักเรียน จะพบว่า เมื่อเริ่มขบวนการเรียนรู้ นักเรียนจะพยายามใช้ความรู้ความคิดเดิมเป็นแนวทางในการคิด กังวลอย่างเช่น

ครูมีภาระบรรจุแอลกอฮอล์อยู่ไกลจากนักเรียนพอที่จะไม่ให้ไต่กลิ่น นักเรียนเห็นของเหลวในภาชนะแต่ไกลจะใช้ความสนใจคิดเอาเองว่าเป็นน้ำ ดังนั้นเมื่อครูถามว่า

"ถ้ายอนกอนน้ำแข็งลงไปในของ เหลวนี้ น้ำจะเป็นอย่างไร"

เด็กจึงมักจะตอบว่า "จะลอยได้" "จะจมลงนิดหนึ่งแล้วกลับลอยขึ้นได้" ฯลฯ เพราะใช้ความรู้ความคิดที่มีอยู่แต่เดิมเป็นแนวคิดและตอบ

แต่พอครูหย่อนกอนน้ำแข็งลงไปจริง ๆ น้ำแข็งจะจมลงไปในภาชนะ เด็กสังเกตได้แล้ว จะเกิดความขัดแย้งในความคิด หรือ เกิดปัญหาของจิต (Conceptual Conflict) ขึ้น เพราะขัดกับหลักการที่มีอยู่แต่เดิม และเมื่อตระหนักว่าความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ ถาถองการคาตอบหรือการอธิบาย ก็จะเป็นการนำไปสู่การปรับปรุงขยายโครงสร้างชั้นการใช้ความคิดเดิม เพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ เข้ามาเป็นแนวทางในการหาคำตอบเพื่ออธิบายปัญหาของจิต เกิดการเรียนรู้ขึ้นเป็นลักษณะประจำของตัวเองต่อไป

จากตัวอย่างข้างต้นนักเรียนจะต้องขยายความคิดเกี่ยวกับของเหลวที่มองเห็นอยู่นั้นออกไปว่าไม่จำเป็นจะต้องเป็นน้ำก็ได้ และอาจขยายความคิดออกไปได้ถึงความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติของของเหลวต่าง ๆ ชนิดกันได้อีกเช่นกัน จะเห็นได้ว่าปัญหาของจิต ของนักเรียนนั้นเกี่ยวข้องกับโครงสร้างความคิดทั้งสอง และขบวนการปรับขยาย-โครงสร้าง เป็นอันมาก ในการนี้ถ้าเราจัดทำให้มีสิ่งกับแนวหน้า เข้ามาช่วย (Accomodate) ก็จะทำให้นักเรียนพร้อมที่จะขยายโครงสร้างให้กว้างออกไปให้เกิดความรู้ความคิดใหม่ ๆ ได้สะดวกขึ้น

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้จะไม่เป็นแบบยกตัวอย่างเดียว (วิธียวธิ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔: ๒๔-๓๓) หน้าที่ของครูจะขยายออกไปควยอยางน้อยที่สุดครูจะต้องให้ความช่วยเหลือมากขึ้น ช่วยแนะน่านักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปคัมจตุ่มงหมาย ช่วยให้นักเรียน

รู้จักคิดมากขึ้น การสอนการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนจะไม่เน้นฝึกนักเรียนแต่ใน
 ความหมายเท่านั้น แต่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนสืบค้น แสวงหาทางตอบปัญหาด้วยตนเอง
 มากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีว่าด้วยการสื่อสาร (Berlo, 1963 : 175) ตามนัยแห่งทฤษฎีนี้
 กล่าวได้ว่า ถ้าเรามุ่งหวังจะให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายได้ความหมาย
 (Meaning) แล้ว เราจะเพียงแต่บอกให้รู้เฉยๆ ไม่ได้ เพราะความหมายนั้นขึ้นอยู่กับผู้เรียนรู้
 ด้วยมีประโยชน์กับสิ่งที่บอกแก่เขาอย่างเฉยๆ การสอนที่จะให้เกิดความหมายแก่ผู้เรียนหาใช่การ
 บอกเล่ากันไ้โดยง่ายดายไม่ สิ่งที่ย้ายทอดจากครูไปสู่ผู้เรียนโดยตรงนั้นคือ เนื้อหาต่าง ๆ
 และแนวทางในการคิดบ้าง ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้เรียนจะต้องให้ "ความหมาย" แก่สิ่งต่าง ๆ ที่
 เขาเรียนด้วยตนเอง ฉะนั้นการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนซึ่งเป็นการสอนแบบเพื่อ
 การแสวงหาและสืบค้นอย่างหนึ่งจึงอาจถือว่าเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์อย่าง
 มีความหมายมากขึ้นได้อีกประการหนึ่ง

ถ้าเราปรับปรุงการสอนการ เรียนวิทยาศาสตร์แบบนี้ให้เหมาะกับสภาพสังคมไทยจนได้ผล
 แล้ว ก็น่าจะเป็นการปรับปรุงสมรรถภาพของประชาชนในด้านความคิด การรู้จักใช้เหตุและผล
 ฝึกการสังเกต และความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน พัฒนาบุคคลให้มีเทคนิค และ
 ความสามารถต่าง ๆ อันมีส่วนในการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และวิถีคิดแบบประชาธิปไตย
 รวมทั้งการพัฒนาคุณภาพทางสังคมเป็นส่วนช่วยสร้างสรวงระบบสังคมให้ใช้วิธีการทางประชาธิปไตย
 มากขึ้น (วิริยทธ วิเชียร โชติ, ๒๕๑๔ : ๒๔ - ๓๓)

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนดำเนินไปตามหลักการของขบวนการสืบสวนสอบสวน หรือ
 ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เป็นขบวนการทางสติปัญญาที่นำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ
 ลักษณะ คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ (The
 Inquiry Development Project, 2513 -) คือสืบสวนเพื่อให้ได้ความเสียก่อนว่า
 มีตัวแปรอะไรบ้าง ตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) มีธรรมชาติเป็นอย่างไร มีลักษณะ
 และคุณสมบัติอย่างไร แล้วจึงสืบสวนว่า X กับ Y มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อนำไปสู่การ
 ค้นพบ การทดสอบยืนยัน และการควบคุมตัวแปรอิสระเพื่อให้เกิดการสร้างสรรค์ หรือการใช้

ประโยชน์จากความสัมพันธ์ที่ค้นพบต่อไป

ขบวนการสืบสวนสอบสวน หรือความคิดแบบสืบสวนสอบสวนซึ่งเป็นแนวเดียวกันกับ ขบวนการวิจัยเบื้องต้นมี ๔ ขบวนการด้วยกัน (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ : ๒๔ - ๓๓) คือ

ก. ขบวนการสร้างสังกัด (Concept Formation Process) เป็นขบวนการเรียนรู้ลักษณะนิยามของสังกัดต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลจากขบวนการนี้ เมื่อเกิดปัญหาของจิตขึ้น ก็จะนำไปสู่ขบวนการสืบสวนสอบสวนขั้นต่อไป

ข. ขบวนการสร้างทฤษฎี (Theorization Process) เป็นขบวนการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยพยายามชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสังกัด หรือ ของตัวแปรต่าง ๆ หรือ โครงสร้างทางทฤษฎี (Theoretical Construct) ซึ่งได้มาจากการใช้เหตุผล การคิดสังเคราะห์ตั้งสมมติฐาน และการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมได้มาจากขบวนการสร้างสังกัดเป็นสำคัญ

ค. ขบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (Verification Process) เป็นขบวนการทดสอบเพื่อประเมินผลสรุปว่า ทฤษฎี (หรือสมมติฐาน) ที่ตั้งไว้นั้นใช้ได้หรือไม่ จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ในขบวนการนี้จะมีการรวบรวมข้อมูล โดยการทดลองหรือแสวงหาข้อมูลด้วยวิธีอื่น ๆ อีก เพื่อนำมาใช้ตามหลักการที่สำคัญ คือการลองนาสมมติฐานที่ตั้งไว้มานำมาปรากฏการณ์ใหม่ ๆ แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อจะได้อธิบายว่า การทำนายโดยอาศัยสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้น สอดคล้องกันกับปรากฏการณ์ที่รวบรวมข้อมูลมาได้ภายหลังหรือไม่นั่นเอง

ง. ขบวนการควบคุมและสร้างสรรค์ (Controlling & Creativity Process) คือขบวนการที่นำความรู้พื้นฐานที่เรียนมาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในรูปต่าง ๆ หลายวิธี และแนวใหม่ ๆ และเป็นสื่อไปสู่การสืบสวนสอบสวนต่อไปอีก

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใครจะเสนอแนวคิดว่าน่าจะขยายความขบวนการสำคัญให้ครอบคลุมไปถึงการสรุปรวบรวมผล (Conclusion) (Saroj Buasri, 1970 : 65) และการยืนยันทฤษฎี (Confirmation) อีกด้วย อันเป็นการสมควรสมานขบวนการสืบสวนสอบสวนนี้ให้กลมกลืนประสานกันได้ตลอดแนวกับทั้งขบวนการวิธีการวิจัย วิธีการทางจิตวิทยา วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ ข.) และพุทธวิธี^๕

นี้ คือ

จะเห็นได้ว่าวิธีการที่เป็นหลักของขั้นตอนการทั้งสี่ ของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ^๖

การสังเกต (เพื่อหาลักษณะนิยาม ข้อมูล และสังกัป)

การอธิบาย (โดยชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ)

การทำนายปรากฏการณ์ใหม่ล่วงหน้า โดยยึดสมมติฐานเป็นเกณฑ์สำคัญ (เพื่อจะได้ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้เมื่อตอนอธิบาย)

การสร้างสรรค์ (โดยการควบคุมตัวแปรอิสระ และการสรุปเป็นนัยเหตุผล)

เมื่อเขียนย่อ ๆ จากตัวที่ขีดเส้นใต้จะได้เป็น สัน - อะ - ทะ - สะ ^๗

หรือเมื่อเทียบกับคำภาษาอังกฤษ

Observation

Explanation

Prediction (& Verification)

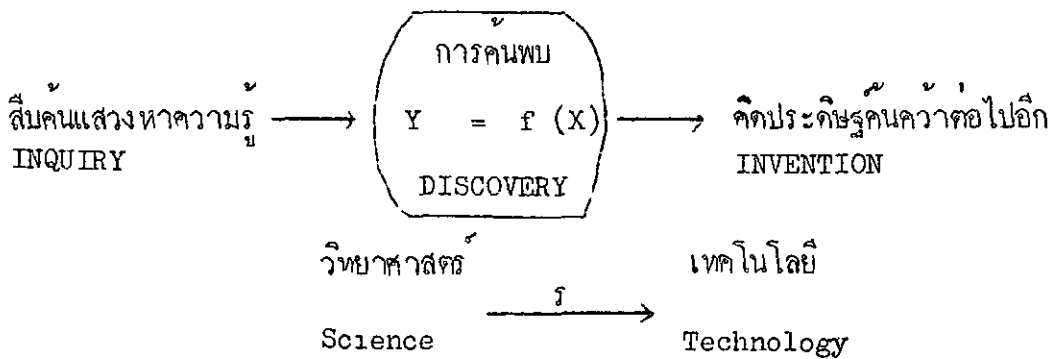
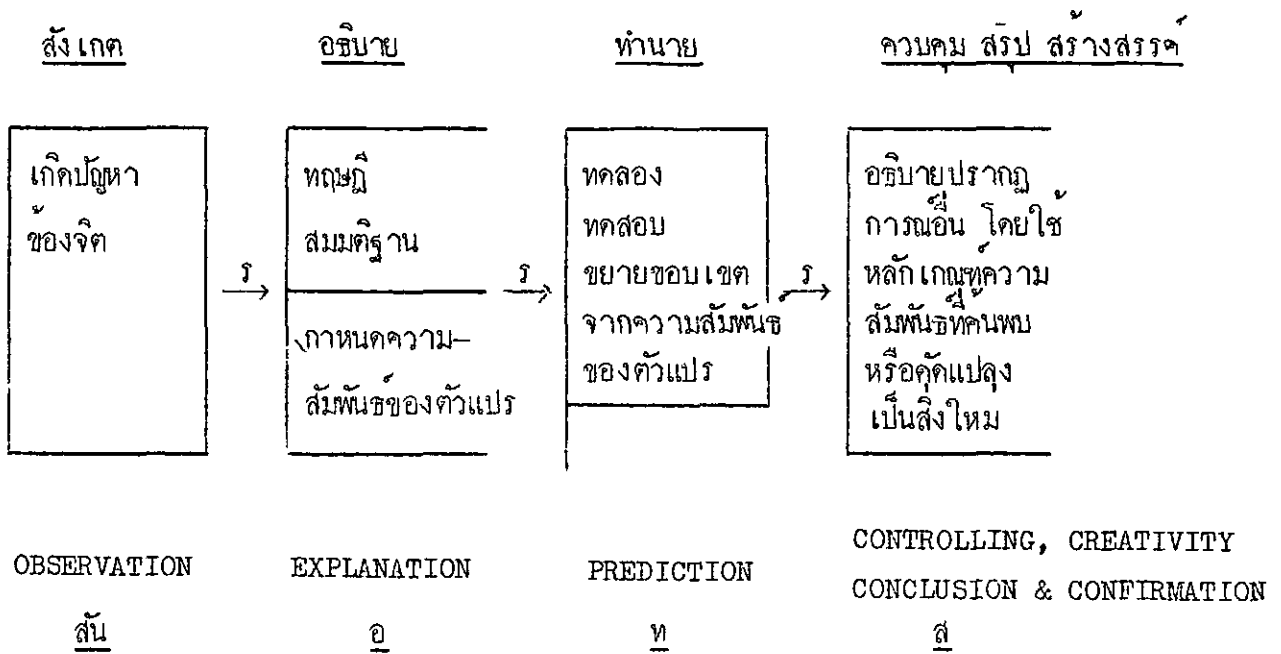
Controlling, Creativity (Conclusion & Confirmation)

ก็จะเขียนย่อ ๆ ได้เป็น O - E - P - C ^๘

งานวิจัยที่ศึกษาคนควาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความถึกแบบสืบสวนสอบสวนกับตัวแปรอื่น ๆ คือ งานวิจัยของ อรทัย เสรมฐ์สถโก (๒๕๖๔) ที่ได้ศึกษาคนควากับนักเรียนชั้น ประถมปีที่ ๗ จำนวน ๑๒๖ คน ในกรุงเทพมหานคร และพบว่า ความถึกแบบสืบสวนสอบสวน มีความสัมพันธ์กับความถึกสร้างสรรค์ ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ (ตั้งแต่ ๐.๒๕๔ - ๐.๔๓๖) นักเรียนที่มีความถึกสร้างสรรค์สูงจะมีความถึกแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่มีความถึกสร้างสรรค์ปานกลางและนักเรียนที่มีความถึกสร้างสรรค์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความถึกแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ปานกลาง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึงระดับ .๐๑ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ก็มี ความถึกแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำถึงระดับนัยสำคัญ .๐๑ เช่นเดียวกัน

สำหรับงานวิจัยของ บุญลือ ทองอยู่ (๒๕๖๔) และ อนันต์ จันทกรวี (๒๕๖๔) ก็ได้ทำการศึกษาค้นควากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ เช่นเดียวกัน บุญลือ ทองอยู่ ได้ศึกษาพบ ความสัมพันธ์ทางบวกที่มีนัยสำคัญถึง .๐๑ ระหว่างความถึกแบบสืบสวนสอบสวนกับผลสัมฤทธิ์ทาง วิทยาศาสตร์ และโคพบอีกว่า ความถึกแบบสืบสวนสอบสวนในสัมพันธ์กับความเกรงใจ ส่วน อนันต์ จันทกรวี ยังได้ศึกษาพบความสัมพันธ์ทางบวกที่มีนัยสำคัญถึง .๐๑ ระหว่างความถึกแบบ สืบสวนสอบสวนกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และระหว่างความถึกแบบสืบสวนสอบสวนกับความถึกอดทน

เนื่องจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวนดำเนินไปตามหลักการของขบวนการสืบสวนสอบสวน หรือความถึกแบบสืบสวนสอบสวนดังโลกกล่าวมาแล้ว ฉะนั้นเมื่อสรุปและเขียนขบวนการของการ สืบสวนสอบสวนแล้ว ก็จะทำให้มองเห็นแนวทางหลักของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้ควย ดังภาพประกอบ ๓



$\xrightarrow{r}$: แสดงบทบาทที่สำคัญของครูในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน คือบทบาทที่เป็น
ประหนึ่งผู้เร่งปฏิกิริยา (Catalyst)

(ภาพประกอบดัดแปลงจากแผนภูมิ The Inquiry Process : The Scientific

Inquiry Development Project, Educational Research Department. College
of Education, Prasarnmit, Bangkok จากต้นความคิดของ ดร. วิจัยยุทธ วิเชียรโชติ,

๒๕๑๓)

จากขบวนการสืบสวนสอบสวนและแนวรากฐาน เกี่ยวกับจิตวิทยาพัฒนาการของความคิด และด้านการพัฒนาการสอน โดยเน้นสมรรถภาพพื้นฐานของการสอนเป็นหลัก (A Competency-Based Instruction) (Andersen, 1972 : 1, 9) พอจะนำมาประสานเป็นขบวนการหลัก เพื่อการสอนวิทยาศาสตร์ในแบบสืบสวนสอบสวนได้ตามลำดับคร่าว ๆ ดังนี้คือ

๑. การจัดสภาวะในห้องเรียน และให้สัมพันธ์กับแนวทาง ทลอคจนเร้าให้นักเรียนสังเกต หารากลักษณะนิยามของสิ่งที่เกี่ยวข้อง เฉพาะหน้า คืออย่างวิเคราะห์ จนเกิดปัญหาของจิตขึ้น หรือ เป็นการสร้างสถานการณ์ชักจูงใจ (มงคล เอี่ยมสำอางค์, ๒๕๑๖ : ๒ - ๑๐) โดยใช้ปัญหาของจิต ต่อจากนั้นครูจะพยายามกระตุ้นให้นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มขึ้นให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อนำไปสู่การพยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหานั้นต่อไป

ส่วนใหญ่นักเรียนจะส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิด ถามในแบบที่จะตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" หรือ "อาจจะเป็นไปได้แล้วแต่กรณี" ให้มากที่สุด เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดอย่างหนึ่ง และเพื่อแยก ประเด็นทางตอนของปัญหาออกเป็นสองฝ่ายใหญ่ ๆ และค่อย ๆ ตัดฝ่ายที่ไม่ถูกต้อง ออกคราวละ ครั้งต่อครั้ง เมื่อได้รับคำตอบ (วิริยัทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๓ : -) อีกอย่างหนึ่ง

๒. การคิดเพื่ออธิบายหาทางแก้ปัญหาลงจิตโดยการตั้งทฤษฎีย่อย ๆ หรือสมมติฐาน ขึ้นเพื่ออธิบายปัญหาเสียขั้นหนึ่งก่อน ครูจะเป็นผู้กระตุ้น "เร่งปฏิบัติการ" ให้นักเรียนหาคำอธิบาย ปัญหา ถ้ายังอธิบายไม่ได้ นักเรียนควรจะได้หารากลักษณะธรรมชาติของสิ่งที่เผชิญหน้าอยู่เพิ่มเติม อาจด้วยการสังเกต การถาม (ชั้นสังเกต) อีก การทดลอง การสังเกตการทดลอง ฯลฯ ก็ได้ และลองคาดการณ์ หาทางอธิบายปัญหาไปเท่าที่จะคิดว่ามีโอกาสเป็นไปได้ก็ได้ ซึ่งมักจะเป็นการ อธิบายในรูปว่าสิ่งใดเป็นเหตุสิ่งใดเป็นผลของปรากฏการณ์ ($Y = f(X)$)

๓. การทำนาย เพื่อทดสอบสมมติฐานหรือทฤษฎีเบื้องต้นที่ตั้งไว้ก่อนในขั้นของการอธิบาย การจะพิสูจน์ หรือประเมินว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้จะยอมรับหรือไม่ นั่นก็คือ การนำหลักการความสัมพันธ์ จากสมมติฐานไปทำนายจากการปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่ยังไม่เกิดขึ้น นักเรียนอาจใช้คำถามว่า "ถ้าเป็นอย่างนั้น ๆ แล้วจะเกิดผลเช่นนั้น ๆ หรือไม่" เป็นต้น ครูอาจจัดสภาวะการณ์ในห้องเรียน ให้เหมาะแก่การทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน หรือทดลองให้นักเรียนสังเกต หรือบางครั้งอาจ จำเป็นต้องตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" หรือ "อาจเป็นไปได้แล้วแต่กรณี" ก็ได้

ถ้าการทำนายคาดการณ์โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์จากสมมติฐานนั้นเป็นไปได้จริงก็แสดงว่าเราจะต้องยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนหน้านี้ว่าใช้ได้จริงในกรณีนั้น ๆ

๔. การสรุปยืนยันหลักการและหาทางนาหลักความสัมพันธ์ไปใช้ควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อเกิดการสร้างสรรค์ และ/หรือ การสืบสวนสอบสวนต่อไปอีก เป็นการฝึกการคิดขั้นสูงกว่าทุก ๆ ขั้นที่แล้วมา เนื่องจากการเป็นการสังเคราะห์เชิงความจิต หลังจากนักเรียนได้สืบสวนสอบสวนมาแล้วจนค้นพบความสัมพันธ์ที่เชื่อถือได้แล้ว ก็มาถึงการคิดในเชิงประดิษฐ์สร้างสรรค์ในตนเอง ซึ่งตรงกับที่ปรากฏอยู่ในภาพประกอบ ๓ ว่า

สืบค้นแสวงหาความรู้ $\xrightarrow{r}$ $Y = f(X)$ $\xrightarrow{r}$ จิตประดิษฐ์ค้นคว้าต่อไปอีก

อันเป็นการฝึกฝนให้นักเรียนรู้จักคิดถึงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ทำให้เกิด เทคโนโลยีขึ้นมากมายต่อไปได้ในวันข้างหน้า และจะส่งผลดีต่อการพัฒนาประเทศต่อไป

เนื่องจากการสอนแบบนี้ครูไม่แสดงตนเป็นเจ้าของวิทยาการหรือแหล่งสะสมความรู้เสียเอง คนเดียว แต่จะหาทางทาง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบและได้รับ "ความหมาย" ด้วยตนเอง เน้นตรงลักษณะข้างสืบสวนไต่สวน ไม่เน้นลักษณะการตอบเฉพาะหน้า แต่ปลูกฝังคุณค่าในการสืบค้นแสวงหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยที่ครูเองก็แสดงตนเป็นผู้ร่วมในการสืบค้นแสวงหาความรู้ นั้น ๆ ด้วย บางครั้งครูอาจจะเข้าใจแล้วว่าคำตอบของปัญหานั้นคืออะไร แต่ครูก็จะร่วมกับนักเรียนช่วยกันแก้ปัญหานั้น ๆ ไปด้วยกัน และบางครั้งครูอาจไม่แน่ใจในคำตอบที่แท้จริงของปัญหานั้นก็ได้ นักเรียนจะต้องไม่จำคำตอบเป็นคำตอบไปหมดเสียทุกอย่าง แต่จะค้นค้นสืบค้นจนกระทั่งค้นพบความรู้ ความสัมพันธ์ หรือหลักเกณฑ์ใหม่ ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ของเขาในขณะนั้น (Sund and Trowbridge, 1967 : 37 - 43) และในขณะเดียวกันนักเรียนก็ได้ฝึกการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เป็นประชาธิปไตย คือมี คาวจรรยา ที่เหมาะสม มีการร่วมมือกัน หรือสมาคมคึกคักในการแก้ปัญหา และดำเนินการตามขั้นตอนวิธีทางวิทยาศาสตร์ (ปัญญาธรรม) (สาโรช บัวศรี, ๒๕๑๑ : ๒๖ - ๒๘) ไปพร้อม ๆ กันด้วย

ฉะนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ (หรือวิชาอื่นใดที่อาจเหมาะสมในโอกาสต่อ ๆ ไป) ในแบบสืบสวนสอบสวนจึงน่าจะแก้ปัญหาเด็กไทยไม่ค่อยถามไม่ค่อยคิด (นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ,

๒๕๑๓ : ๑ - ๑๑) ได้บ้าง นักเรียนที่ได้ฝึกฝนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนจึงน่าจะรู้จักคิดมากขึ้น น่าจะมีแบบการคิดดีขึ้น

และโดยเฉพาะในการทดลอง เพื่อศึกษาคนว่าครั้งนี้เป็นการทดลอง เพื่อศึกษาหาแนวทาง เป็นเบื้องต้น ในที่ประชุมปฏิบัติการกลุ่มคำ เน้นการทดลองศึกษาคนว่า เมื่อวันที่ ๒๕ ธันวาคม ๒๕๑๓ ก็ได้ตกลงร่วมกันไว้ประการหนึ่งว่า จะหาทางทดลองหาแบบการสอน เช่นนี้มาใช้ เพื่อศึกษา โดยทำให้มีการ เปลี่ยนแปลงสิ่งปลุกย่อยไปจากเดิมแต่น้อยที่สุด (The Inquiry Development Project, 2513-) ฉะนั้นจึง เป็นที่หวังว่าผลจากการทดลองศึกษาคนครั้งนี้และครั้งต่อ ๆ ไปจะได้เป็นส่วนช่วยปรับปรุงพัฒนากลวิธีต่างๆ ที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบสวนสอบสวนที่เหมาะสมสำหรับลักษณะ เศรษฐกิจและสังคมของไทยต่อไป

ในต่างประเทศ ซุนด์แมน (Sund and Trowbridge, 1967 : 37 - 43 ; Suchman, 1962 : 4 - 113) ผู้นำในการศึกษาคนว่าเรื่อง Inquiry Training แห่ง มหาวิทยาลัยฮิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกาได้ดำเนินการทดลองตามโครงการ Inquiry Development Program กับนักเรียนระดับเกรด ๕ และ เกรด ๖ โดยจัดให้การฝึก Inquiry Training นั้นเป็นส่วนประกอบในกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาสัปดาห์ละ ๑ - ๒ ชั่วโมง เป็นเวลา ๒๔ สัปดาห์ ซุนด์แมน เตรียมครูที่จะใช้วิธีการ Inquiry Training นี้ ๔ สัปดาห์ ในช่วงนี้ ให้แต่ละคนที่เข้ารับการเตรียมการมีโอกาสออกปฏิบัติการฝึกสอนด้วยตนเอง คนละ ๒ ครั้ง

ในการทดลองศึกษาคนว่า ซุนด์แมน แบ่งเวลา ๑ ชั่วโมง ออกเป็น ๓ ตอน คือ

๑. ตอนตั้งปัญหา คือการทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกันในหลักการ (Discrepant Event) เกิดช่องว่างระหว่าง โครงสร้างความคิดเดิมกับปัญหาที่ประสบอยู่ ทำให้นักเรียน เกิดความคิดที่จะสืบค้นหาความจริงต่อไป เช่น ลูกกลมเหล็กที่เคยลอยควงแหวนได้ เมื่อให้ความร้อน จะลอยควงแหวนไม่ได้ ซึ่งจะเป็นเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกันในหลักการ จนกว่านักเรียนจะค้นพบว่า "ความร้อนทำให้โลหะขยายตัว"

๒. ตอนสืบสวนซักถามเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยครูจะส่งเสริมให้นักเรียนถามคำถาม ที่ครูจะตอบได้ว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" เท่านั้น ถ้านักเรียนถามไม่กระจ่างพอ ครูจะกระตุ้น ต่อไปในทำนองว่า "นี่ถึงสิ่งอื่น ๆ อีก" "มีมากกว่านั้น" หรือ "สิ่งนั้นขึ้นอยู่กับ..." เป็นต้น

จนกระทั่งนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหานั้น ๆ ได้

๓. ตอนพิจารณาผลงาน ครูให้คำแนะนำเชิงวิพากษ์วิจารณ์ว่าควรปรับปรุงการสืบสวนซักถามอย่างไร ตอนใดไม่เหมาะสม ตอนใดดีแล้ว ฯลฯ โดยบางครั้งอาจจะเปิดเทปบันทึกเสียงให้ฟัง เพื่อประกอบการพิจารณาด้วย

หลังจากนั้นก็เปรียบเทียบผลในด้านต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มทดลอง (Inquiry) และกลุ่มควบคุม ซึ่งผลปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียน ๒ โรงเรียน ที่เลือกสุ่มมาอย่างถูกต้องตามหลักทางการวิจัย (Complete Randomization) นั้น กลุ่มทดลองมีคะแนนจากแบบทดสอบ "ทำนาย - ควบคุม - อธิบาย" (PCE test) มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ .๐๕ ส่วนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งหมด ๕ กลุ่ม ที่ไม่ได้เลือกสุ่มมาอย่าง Complete Randomization ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าความสามารถในการสร้างสิ่งกับหรือการเรียนรู้ในหลักเกณฑ์ทางกายภาพ ในกรณีนี้ไม่ได้ลดน้อยลงเลย เมื่อให้นักเรียนฝึก Inquiry Training

และเมื่อใช้ Questest วัดเพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้ในด้านการนำเอาความรู้ไปใช้ในการค้นพบเงื่อนไขที่จำเป็นของปรากฏการณ์ทางกายภาพ และการชี้จำแนก (Identify) องค์วัตถุเงื่อนไข และปรากฏการณ์ของสถานการณ์ออกจากกัน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก็พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทั้งสองแต่อย่างใด

แต่เมื่อพิจารณาผลของ Questest ในด้านจำนวนคำถาม และคุณภาพของคำถาม ซึ่งแยกประเภทได้เป็น

- Verification, Categorical
- Verification, Analytical
- Implication, Abstract - Conceptual
- Implication, Concrete - Inferential

พบว่ากลุ่มทดลองสามารถตั้งคำถามได้มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .๐๐๐๑ และเมื่อแยกประเภทของคำถามตามคุณภาพของคำถามก็พบว่า กลุ่มทดลองถามคำถามได้มากกว่ากลุ่มควบคุมทุกประเภท โดยเฉพาะคำถามประเภท Analytical นั้น

กลุ่มทดลองมีจำนวนคำถามมากกว่ากลุ่มควบคุมถึงสองเท่า

✓ ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นปัจจัยสำคัญมากในโลกก้าวหน้า นับเป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง (Nuanpon Kosolsreth, 1964 : 1) ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการ ประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ เมื่อเผชิญหน้ากับปัญหา และการตั้งสมมติฐานนั้นจะต้องมีจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เป็นสำคัญ (Hesse, 1963 : 10) ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมักจะคิดแก้ปัญหาได้รวดเร็ว และใช้วิธีการ ที่แตกต่างไปจากผู้อื่น (Torrance, 1965 : 43) เป็นผู้มีอิสระในการตัดสินใจด้วยตนเองมากที่สุด ข้างสงสัย และไม่ชอบถูกบังคับ (Lindgren, 1966 : 249) และนักจิตวิทยาพบว่าบุคลิกภาพ ที่เด่น ๆ ของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ มีแนวคิดริเริ่ม มีความมั่นใจในตนเอง ชอบเป็นอิสระ สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดี และไม่ชอบกระทำการใด ๆ แบบตามผู้อื่นโดยไร้เหตุผล (สร้างศรี โค้วตระกูล, ๒๕๐๕ : ๑๔๖)

สภาพการณ์ที่จะส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นอาจแยกเป็นองค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้สององค์ประกอบ คือ (อาร์ สัมหลวี, ๒๕๐๓ : ๒๑๔)

๑. ความรู้สึกปลอดภัย มีความปลอดภัยทางจิต เนื่องจากอยู่ในสภาวะที่มีความเคารพซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของแต่ละบุคคล และการถือว่าความคิดเห็นหรือผลงานของแต่ละคนเป็นสิ่งที่มีความค่ามากกว่าผลที่ตราค่าเป็นคะแนน หรือทรัพย์สิน

๒. ความมีเสรีภาพในการแสดงออก แม้เป็นการกระทำในแนวแปลกออกไป หรือค่อนข้างจะ "แฉ่ง" ในสายตาของผู้อื่น การที่แต่ละบุคคลมีเสรีภาพในการแสดงออกหรือในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเช่นนี้ ก็จะเป็นการ เปิดโอกาสให้แต่ละบุคคลได้แสวงหาทางแก้ปัญหาที่เผชิญหน้าอยู่ได้หลาย ๆ ทาง ซึ่งจะเป็นปัจจัยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้มาก (Getzels and Jackson, 1962 : 455 - 456)

ฉะนั้นจึงสอดคล้องอย่างยิ่งกับคำกล่าวที่ว่า "บรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ คือ ความเป็นอิสระ ไม่เคร่งเครียดจนเกินไป" (Hildreth, 1966 : 470) ในการสอนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น หากเห็นคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์ และจะส่งเสริมให้

นักเรียนได้มีความงอกงามจาเวฏีไปในทางความคิดสร้างสรรค์ด้วยกิจกรรมบรรยากาศของความเป็นอิสระไม่เคร่งเครียดจนเกินไป และส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกากระทำสิ่งต่อไปนี้ คือ

- ก. การถามหรืออภิปรายในเรื่องที่สนใจและ เกี่ยวข้อง
- ข. การแสวงหาความรู้นอกเหนือไปจากบทเรียน
- ค. การเสนอความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวาง
- ง. การโต้แย้ง ถกเถียง หรือแสดงความคิดเห็นร่วมกันกับผู้อื่น
- จ. การเสนอความคิดเห็นเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ แม้เกี่ยวกับกำหนดงานที่ครู

มอบให้

ฉ. การมีโอกาสดำเนินการวิจัยหรือให้มีความสำคัญ และยอมรับคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน (Washton, 1967)

ทั้งนี้อาจสรุปเป็นหลักการกว้าง ๆ สำหรับครูที่จะใช้เป็นแนวทาง เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ได้ดังนี้คือ

๑. เอาใจใส่ต่อคำถามที่แปลกกว่าปกติ เพื่อฝึกทักษะในการแสวงหาและสืบค้นของนักเรียน ให้สามารถใช้คำถามในแนวต่าง ๆ เพื่อค้นพบความจริงต่าง ๆ ได้ และสามารถทดสอบสมมติฐาน และลงสรุป (Generalization) ได้

๒. เอาใจใส่ต่อจินตนาการและความคิดที่แปลก ๆ ของนักเรียน

๓. แสดงให้นักเรียนเห็นว่า ความคิดของตนเองนั้นมีคุณค่ากว่าการไปลอกเลียนผู้อื่น

๔. เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกหัดใช้ความคิด และแสดงความคิดอย่างเต็มที่บ่อย ๆ โดยไม่จำเป็นต้องประ เหมินผล

๕. ในวาระที่มีการ ประเมินผล ควรจะประเมินผลประกอบกับคำชี้แจงถึงสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นด้วย ถ้าจะบอกว่าชอบก็ควรบอกว่าชอบสิ่งนี้ ๆ เพราะเหตุใด ถ้าจะบอกว่าไม่ก็ควรชี้ทางด้วยว่า น่าจะมีช่องทางปรับปรุงโดยวิธีใด เป็นอาทิ (Torrance, 1965 : 43)

เนื่องจากกิจกรรมประเภทให้คิดและพูดออกมาอย่างเสรีเท่าที่จะมีความคิดแวบเข้ามา ยังสมองนั้นจะช่วย เพิ่มพูนความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ได้ (Compton, 1968 : 164)

และ เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นปรากฏการณ์ที่มีลำดับต่อเนื่องไป เป็นลูกโซ่ไม่มีจุดสิ้นสุด

เป็นสภาวะอนันต์ (Torrance, 1971 : 35) ฉะนั้นการจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอน ให้ได้เผชิญหน้ากับความจริงต่าง ๆ อย่างมากที่สุด ทำลายให้สนองตอบในเชิงความคิด และปัญญา ได้อย่างมากและเสริมมากขึ้น ก็จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้มากขึ้น ยิ่งจัดสิ่งแวดล้อม ให้สมบูรณ์ได้มากขึ้นเพียงใด ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก็จะเพิ่มมากขึ้นเพียงนั้น และใน บรรยากาศ เช่นนั้นเองก็จะส่งเสริมการใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้มากขึ้นด้วย (Suchman, 1965 : 32) บรรยากาศของการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียน รู้จักคิดแบบสืบสวนสอบสวนจะ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ อยากรู้ อยากเห็น อยากแสวงหาสิ่งจะในระดับต่าง ๆ และฝึกฝนคุณสมบัติที่ดีของประชาชนในสังคมประชาธิปไตย (Carter, 1968 : 38) ช่องทาง หนึ่งที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ คือการ เสริมกำลังใจให้นักเรียนเห็นคุณค่าของความคิด สร้างสรรค์ ตัวอย่างที่เกิดขึ้นเสมอและเห็นได้ชัดคือการให้ชาชมเชยเป็นรางวัล หรือการเสริม กำลังใจในแนวอื่น เมื่อนักเรียนถอยห่างไปจากปกติ (De Cecco, 1968 : 462) ซึ่งการ เสริมกำลังใจก็เป็นสิ่งจำเป็นในการส่งเสริมความสามารถในการคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้วย (วิริยัทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๓๓)

บรรยากาศของการสอนการเรียนรู้ก็ดี กุศโลบายในการจัดการสอนการเรียนรู้ก็ดี อาจ เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้องกามขึ้นได้ ดังผลการ วิจัยของ เลนท (Smith, 1971 : 97) ที่ให้นักเรียนระดับชั้นประถมปีที่ ๔ สองโรงเรียน มีบรรยากาศการสอนการเรียนเช่นเดียวกัน ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียน อยู่ใน ระดับเดียวกัน สถิติปัญหาใกล้เคียงกัน สอนเปรียบเทียบกันเป็นเวลาสองสัปดาห์ โดยกลุ่มทดลอง ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างกว้างขวาง หลายทิศหลายทางอย่างน้อย ๓๐ นาที ทุก ๆ ชั่วโมงที่สอน ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่ได้ใช้แนวทางการฝึกเป็นพิเศษแต่อย่างใด หลังจากนั้นนำนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มาทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ก็พบว่ากลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม และ จากผลการวิจัยของเชาวนา ยทสรุยพันธ์ุ (๒๕๑๔ : ๔๐) ที่ได้ศึกษาเด็กนักเรียนระดับชั้น เดียวกันคือประถมปีที่ ๕ แต่อยู่ในสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนต่างกัน กลุ่มหนึ่งใช้หลักสูตร และมีสภาพแวดล้อมแบบโรงเรียนสาธิต ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเรียนในโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรและมี สภาพแวดล้อมเป็นปกติ และได้ศึกษาพบว่านักเรียนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมแบบโรงเรียนสาธิตมี

ความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาสูงกว่าเด็กนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่ง ความแตกต่างนี้เห็นได้ชัดว่าต่างกันจริง ($p < .01$)

นอกจากผลการศึกษาของ อรทัย เชาวรสักโก (๒๕๑๔ : ๕๗) ที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในระดับสูง ๐.๒๔๔ - ๐.๔๗๑ คือนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง ก็จะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงด้วยแล้ว จากการศึกษาของ เทตคิง (Ramsey, 1969 : 32) ยังพบอีกว่า การสอนการเรียนวิทยาศาสตร์แบบเน้นการสืบค้นแสวงหา ที่กระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนคิดแล้วถามครูในรูปแบบที่มักจะทำให้ครูตอบได้ว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" หรือ "ขึ้นอยู่กับสิ่งอื่น ๆ อีก" นั้น ช่วยเพิ่มพูนให้นักเรียนสามารถคิดได้หลาย ๆ ทาง หลายแง่มุม เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่าการสอบแบบที่ใช้กันทั่วไป อันเป็นกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือเห็นได้ชัดเจนว่าต่างกันจริง ✓

การสร้างสังกัด

การสร้างสังกัด เป็นการเพ้นจำแนกความแตกต่างระหว่างสิ่งเร้าที่เป็นตัวแทนของสังกัด กับสิ่งเร้าที่ไม่ได้เป็นตัวแทนของสังกัด (Kendler and Karasik, 1953 : 268 - 273 จาก นิติ สุวรรณจิรี, ๒๕๑๕ : ๖-๘) เราอาจถือได้ว่า สังกัดเป็นกลไกทางจิตวิทยาของมนุษย์ในการพยายามเข้าใจและควบคุมความสลับซับซ้อนของธรรมชาติ (Elkind, 1970 : 172) (สังกัด หรือมโนภาพของสิ่งใดก็คือ "ความหมาย" ที่อยู่ภายในโครงสร้างความคิดของแต่ละบุคคล) เนื่องมาจากการได้รับรู้สัมผัสสิ่งต่าง ๆ แล้วตีความหมายเอาด้วยปัญญา (Woodruff จาก Ratana Tanboontek, 1967 : 21 - 22) เนื่องจากมีสังกัด จึงทำให้แต่ละคนสามารถตีความเหตุการณ์ใหม่ ๆ ได้ โดยมีรากฐานมาจากประสบการณ์เก่า ๆ แต่เดิมมาของสิ่งนั้น ๆ เป็นสำคัญ (Lewis and Potter, 1970 : 5 ; Brandwin, Watson and Blackwood, 1952 : 116) ช่วยทำให้กระบวนการปรับปรุงโครงสร้างและการใช้ความคิดของมนุษย์เป็นไปได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น (Elkind, 1970 : 172) ทฤษฎีเกี่ยวกับสังกัดทางด้านการตอบสนองที่จำแนกประเภทตามความแตกต่าง (Discriminative Response) จะพิจารณาสังกัดในแง่ที่เป็นมโนภาพที่แสดงลักษณะรวมอันอาจใช้เพื่อจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ (Good, 1959 : 18 ; Lind smith

and Strauss, 1957 : 65 - 68)

✱ การสร้างสังกัดเป็นขบวนการ (ปฐม นิคมานนท์, ๒๕๑๔ : ๑๒) ที่มีการเพ้นจำแนก (Discrimination) และการจัดจำแนก (Classification) เป็นกระบวนการขั้นมูลฐาน (Lovell จาก นิติ สุวรรณศิริ, ๒๕๑๕ : ๑๕) ✱

การสร้างสังกัดจะส่งผลต่อการเรียนรู่มาก เพราะการเรียนรู้เริ่มจากการสัมผัสรับรู้ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นเบื้องต้นแรก เมื่อได้รับรู้หลาย ๆ หนหลาย ๆ คราวจากสิ่งที่มีลักษณะรวมกัน ก็จะจับสาระสำคัญของสิ่งนั้น ๆ ได้ สาระสำคัญนั้นแหละที่จะไปปรากฏเป็นมโนภาพเกิดเป็นสังกัดของสิ่งนั้น ทำให้สามารถเกิดความคิด หรือความเข้าใจปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้เป็นส่วนรวม หรือโดยเป็นหมวดหมู่ (Kinder, 1950 : 10 ; Sund and Trowbridge, 1967 : 31) สามารถจัดสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ และแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อหมวดหมู่ต่าง ๆ ได้เป็นส่วนรวม (Gagné, 1970 : 126 ; Dale, 1969 : 18 - 20) เช่นเดียวกัน หรือกล่าวในเชิงจิตวิทยาภาษาศาสตร์ (Psycholinguistics) ของศาสตราจารย์ ชาร์ลส์ อี. ออสกูด (Charles E. Osgood) ว่าการเรียนรู้จะแบ่งออกได้เป็น ๓ ขั้นตอน คือ

๑. ขั้นรับแล้วแสดงออก (Projection Level) เป็นระดับที่รับสิ่งเร้าทางประสาทสัมผัสแล้วมีการตอบสนองทางกล้ามเนื้อออกไป

๒. ขั้นเกิดบูรณาการ (Integration Level) เป็นระดับที่สมองสะสมผลสมและประสานพื้นฐานให้กับการสร้างสังกัด

๓. ขั้นทำหน้าที่เป็นตัวแทนของความหมาย (Representational Level) เป็นระดับที่กระบวนการสร้างสังกัด พัฒนาขึ้นถึงขั้นที่มีความหมาย ทำให้สัญลักษณ์ต่าง ๆ มีความหมายแทนวัตถุ สิ่งของ สิ่งมีชีวิต ต่าง ๆ ในระดับนี้เองที่มีบทบาทอันสำคัญ ในการเรียนรู้ภาษาและเหตุผล ทำให้เกิดความคิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นมูลฐานของการเรียนรู้ขั้นสูงต่อไป (วิริยกุล วิเชียรโชติ, ๒๕๑๒ : ๔๒ - ๔๓) นั่นเอง

✱ สิ่งที่เกิดขึ้นจากขบวนการสร้างสังกัดคือการค้นพบลักษณะบางประการที่เป็นลักษณะร่วมของวัตถุซึ่งเป็นจำพวกเดียวกัน เช่น ช้าง หมู คน และปลาวาฬ ต่างจะมีคอมม่อนนามเป็นลักษณะร่วมอันแตกต่างไปจากสัตว์จำพวกอื่น เช่น นก ปลา งู เป็นต้น การค้นพบลักษณะร่วมเช่นนี้ คือการ

สร้างสังกัดขึ้นมา จนเกิดเป็นสังกัดของ "สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม" นั่นเอง (Krech and Cruchfield, 1958 : 464 - 465) องค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างสังกัด ได้แก่ ความสามารถทางสมอง จำนวนของวัตถุ หรือสิ่งเร้าที่รวมอยู่ในพวกเดียวกัน และระดับความซับซ้อนของวัตถุที่เป็นสิ่งเร้านั้น ลำดับขั้นของการสร้างสังกัด เริ่มต้นด้วย ความสงสัย ความอยากรู้อยากทำความรู้จักกับกลุ่มสิ่งเร้า และนำไปสู่การค้นคว้า และทดลองหาข้อสรุปที่จะเป็นลักษณะรวมของสิ่งเร้า รวมทั้งการประเมินผล และตรวจสอบข้อสรุป ความสามารถในการสร้างสังกัดเป็นความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหา ยิ่งมีมากเพียงใดก็จะแก้ปัญหาได้ดี และมากขึ้นเพียงนั้น (Reed, 1946 : 71 - 87)

การเรียนหรือการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นก็คือการสร้างสังกัด และการเสาะแสวงหาหลักวิทยาการ ต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดจนจักรวาลได้ดียิ่งขึ้นนั่นเอง (Brandwin, Watson and Blackwood, 1958 : 28) และเมื่อพิจารณาการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแง่นี้ คอแนท์ ได้อ้างถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าการเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์นั้นเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์ เป็นทั้งการสั่งสมสังกัด และการตรวจสอบแก้ไขสังกัดต่าง ๆ ที่ได้สั่งสมเอาไว้ไปในตัวนั่นเอง

โวลเคอร์ (Voelker) ได้ทดลองศึกษาผลของการสอนสังกัดในเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกับการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ ในระดับชั้น ป. ๒ - ป. ๖ โดยใช้วิธีสอนสองวิธี วิธีหนึ่งครูมีบทบาทมากในการสรุปเป็นกฎ สูตร และการกล่าวขยายความเป็นกฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไป ส่วนอีกวิธีหนึ่งนักเรียนมีบทบาทมากในการสรุปเป็นกฎ สูตร และการกล่าวขยายความเป็นกฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไป การสอนทั้งสองวิธีนี้ดำเนินการควบคู่กันขึ้นอย่างเดียวกัน สังกัดที่เรียนรู้ได้จากวิธีที่นักเรียนมีบทบาทในการเรียนการสอนมากกว่าได้ยิ่งย่อนไปกว่าสังกัดที่เรียนรู้ได้จากวิธีที่ครูมีบทบาทมากในการเรียนการสอนแต่อย่างใดเลย และจากการศึกษาของ โคลบ์ (Kolb) พบว่าการสร้างสังกัดของวิชาที่มีส่วนสัมพันธ์กันจะทำให้สะดวกและเร็วขึ้น เมื่อครูหาทางผสมผสานสิ่งที่เกี่ยวข้องกันนั้นให้เป็นบูรณาการ (Ramsey and Howe, 1969 : 32)

ผังทฤษฎีเกี่ยวกับตัวแปรที่จะศึกษา

จากทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง อาจนำมาสร้าง เป็นผังทฤษฎีของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสิ่งก่อกำเนิดแผนภาพในหน้าถัดไป ซึ่งจะมีสัญลักษณ์ที่ใช้ในภาพ ดังนี้

ก	แทน	แบบทดสอบการสร้างสิ่งก่อกำเนิด
ข	แทน	แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
ค	แทน	แบบทดสอบความคิดเชิง (แบบ) สืบสวนสอบสวน
น.ป.	แทน	นิยามปฏิบัติการ
๑	แทน	โครงสร้างความคิดและการรู้
๒	แทน	การพิจารณาตีความหมาย
๓	แทน	การสรุปสาระ (Abstraction)
๔	แทน	ความกระตือรือร้นไม่รู้
๕	แทน	การใช้เหตุผล
๖	แทน	จินตนาการ
๗	แทน	การแก้ปัญหา
๘	แทน	การเสริมกำลังใจ
๙	แทน	การรวบรวม
๑๐	แทน	การเพ่งจำแนก (Discrimination)
๑๑	แทน	การจัดจำแนก (Classification)
๑๒	แทน	ความหลากหลาย (Diversity)
๑๓	แทน	การค้นพบ
๑๔	แทน	อิสระภาพ
๑๕	แทน	เสรีภาพในการแสดงออก
๑๖	แทน	ความปลอดภัย
๑๗	แทน	ความมั่นใจ

ฟังก์ชัน
ของตัวแปรที่จะศึกษา

จิตวิทยา
ของจิตวิทยา

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า
(O-S-P-C-EM)

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า

นป.

นป.

นป.

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า

ข้อมูล

การปรับปรุง
การศึกษาค้นคว้า

แม้ทฤษฎีนี้อธิบายเกี่ยวกับการสืบสวนสอบสวนได้ว่าเป็นขบวนการ เพื่อการสืบค้นแสวงหาทางวิทยาศาสตร์ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการสืบค้นแสวงหาแบบ "สัน - อะ - ทะ - สะ" ("OEPC" Inquiry) และเกณฑ์ในการพิจารณาความคิดแบบสืบสวนสอบสวนก็ใช้หลักมูลฐานเช่นเดียวกันด้วย

นอกจากนั้นได้แสดงแนวความคิดที่อาจเป็นไปได้ในเชิงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่จะศึกษาในครั้งนี้ คือ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสิ่งกับแนวคิดโดยสังเขป คือ ตัวแปรทั้งสามน่าจะมีลักษณะร่วมกันอยู่หลายประการ เช่น เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของการคิดและการรู้ (๑) การพิจารณาตีความหมาย (๒) การสรุปสาระ (๓) ความกระตือรือร้นแสวงหาสิ่งใหม่ (๔) การใช้เหตุผล (๕) และจินตนาการของตนเอง (๖) ฯลฯ เพื่อหาทางแก้ปัญหา (๗) อะไรบางอย่าง ทั้งนี้บรรยากศที่น่าจะส่งเสริมความสามารถเหล่านั้นน่าจะเป็น การเสริมกำลังใจ (๘) และการยอมรับความสามารถของแต่ละบุคคล (๙) เป็นต้น สำหรับการสร้างสิ่งกับนอกจากคุณสมบัติที่มีอยู่ร่วมกันข้างต้นแล้วยังมี การเพ้นจำแนก (๑๐) และการจัดจำแนก (๑๑) เป็นคุณสมบัติสำคัญอีกด้วย ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองนี้ก็จะปรากฏเป็นสิ่งสำคัญของความคิดเชิงสืบสวนสอบสวนด้วยเช่นกัน ส่วนความคิดสร้างสรรค์นั้นนอกจากคุณสมบัติต่าง ๆ (๑ - ๘) ที่เกี่ยวข้องแล้วยังน่าจะเกี่ยวข้องกับการคิดหลาย ๆ ทาง หรือความหลากหลาย (๑๒) อันจะนำไปสู่การค้นพบ (๑๓) สิ่งใหม่ ๆ ทั้งนี้จะต้องมีความรู้สึกอิสระ (๑๔) และมีเสรีภาพในการแสดงออก (๑๕) อย่างปลอดกภัย (๑๖) ซึ่งจะทำให้เกิดความมั่นใจ (๑๗) ในการคิดเช่นเดียวกันกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

การกล่าวในทำนองนี้เป็นการกล่าวถึงสังกรณ (Construct) ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มองไม่เห็นสังเกตไม่ได้แน่ชัด แต่เนื่องจากอาศัยแบบทดสอบต่าง ๆ (ก, ข, และ ค) เป็นเครื่องมือ ตามนิยามปฏิบัติการที่ผู้สร้างเครื่องมือเหล่านั้นได้กล่าวอ้างไว้ทำให้สามารถเก็บข้อมูลต่าง ๆ มาได้ เพื่อพิสูจน์สมมติฐานและสังกรณ (หรือโครงสร้าง) ของตัวแปรต่าง ๆ ที่จะศึกษาต่อไป

สมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้

จากสังกรณหรือโครงสร้างต่าง ๆ ในผังทฤษฎีที่ได้จากเอกสารที่เกี่ยวข้องนั้น ผู้ศึกษาค้นคว้าได้วางแนวทาง เพื่อตั้งสมมติฐานในการวิจัยไว้ดังต่อไปนี้ คือ

๑. เกี่ยวกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๑.๑ กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มขึ้น

เนื่องจากหลักมูลฐานของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นเช่นเดียวกับเกณฑ์ในการพิจารณาความคิดแบบสืบสวนสอบสวนอยู่แล้ว (บทที่ ๑)

๑.๒ กลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มขึ้นน้อย

เนื่องจากการสอนที่ใช้กันอยู่ทั่วไป น่าจะไม่สอดคล้องกับแนวทางการส่งเสริมการคิด เช่นการคิดในแบบสืบสวนสอบสวน

๑.๓ กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่ากลุ่มควบคุม

เนื่องจากเหตุผลเกี่ยวกับ ข้อ ๑.๑ และ ๑.๒

๑.๔  ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลองที่ ๑ และกลุ่มทดลองที่ ๒ น่าจะไม่ต่างกัน

เนื่องจากทั้งสองกลุ่มนี้เป็นการสอนในแบบเดียวกัน ที่วางแผนแบบให้ต่างกันก็เพียงในด้านสื่อการสอนสำหรับ Model B เท่านั้น อิทธิพลของสื่อ น่าจะส่งเสริมสอดคล้องกับแบบในการสอนได้ไม่ต่างกัน

๑.๕ กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

เนื่องจากเหตุผลเกี่ยวกับ ข้อ ๑.๓

๑.๖ กลุ่มทดลองที่ ๑ และกลุ่มทดลองที่ ๒ น่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

เพิ่มขึ้นไม่ต่างกัน

เนื่องจาก เหตุผลเกี่ยวกับ ข้อ ๑.๔

๒. เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

๒.๑ กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น

เนื่องจากขบวนการสืบสวนสอบสวนในลำดับสูงนั้นจะส่งเสริมความสามารถในด้านการสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบหนึ่งในลำดับขั้นสุดท้ายของขบวนการ O-E-P-C (สัน - อะ - ทะ - สะ) นอกเหนือไปจากการสรุป ยืนยัน และการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดผลนำไปใช้ประโยชน์ใดสิ่งที่ต้องการ ฉะนั้นถ้าดำเนินการสอนตามลำดับขบวนการสืบสวนสอบสวนไปได้อย่างแล้วก็น่าจะเป็นการฝึกฝนความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์ด้วย นอกจากนี้บรรยากาศของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนก็ยังเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

๒.๒ กลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นน้อยมาก

เนื่องจากเหตุผลเกี่ยวกับ ข้อ ๑.๒

๒.๓ กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์ มากกว่ากลุ่มควบคุม

เนื่องจากเหตุผลเกี่ยวกับ ข้อ ๒.๑ และ ๒.๒

๒.๔ ความคิดสร้างสรรค์ ในกลุ่มทดลองที่ ๑ และกลุ่มทดลองที่ ๒ น่าจะไม่

ต่างกัน

เนื่องจากเหตุผลเกี่ยวกับ ข้อ ๑.๔

๒.๕ กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

เนื่องจากเหตุผลเกี่ยวกับ ข้อ ๒.๓

๒.๖ กลุ่มทดลองที่ ๑ และกลุ่มทดลองที่ ๒ น่าจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น

ไม่ต่างกัน

เนื่องจากเหตุผลเช่นเดียวกับ ข้อ ๒.๔

๓. เกี่ยวกับความสามารถในการสร้างสิ่งก๊

๓.๑ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ต่างกันน่าจะมีสามารถในการสร้างสิ่งก๊

เพิ่มขึ้น

เนื่องจากการสร้างสิ่งก๊นี้เป็นความสามารถพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากการทดลองสอนสิ่งก๊ด้วยวิธีต่าง ๆ (Voelker, 1969 ; Salstrom, 1969) ก็พบว่าผลที่ได้ในด้านการสร้างสิ่งก๊ของกลุ่มต่าง ๆ นั้นทัดเทียมกัน หรืออาจกล่าวได้ว่า ในลำดับขั้นของการสร้าง

สิ่งกันนั้น แบบ และวิธีการต่าง ๆ น่าจะส่งผลในชั้นเริ่มแรกได้ไม่ต่างกันนัก ส่วนที่จะแตกต่างกัน นั้นน่าจะเป็นสมรรถภาพในการคิดแบบต่าง ๆ ที่สลับซับซ้อนมากกว่าก็เป็นได้ (Gerlach & Ely, 1971 : 15-) ดังนั้นกลุ่มทดลองที่ดี กลุ่มควบคุมก็ควรจะมีความสามารถในการสร้างสิ่งกันที่ เพิ่มขึ้นได้เช่นกันและແຕ່ปລอยให้การสร้างสิ่งกันค่อย ๆ พัฒนาขึ้นเอง ก็สามารถเป็นไปได้ (บัณฑูร ชื่นพัฒนพงษ์, ๒๕๑๕ : ๓๖)

๓.๒ กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการสร้างสิ่งกันมากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นเริ่มด้วยการตั้งคำถามอย่างวิเคราะห เพื่อหาลักษณะนิยามของปรากฏการณ์ที่เผชิญหน้าอยู่ และจะนำไปสู่ขบวนการสร้างสิ่งกัน อันเป็น ขบวนการขั้นแรกของการสอน ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าการสร้างสิ่งกัน และการสอนแบบสืบสวนสอบสวน นั้น น่าจะเสริมกันและกัน ถึงแม้ว่าทุกกลุ่มจะมีโอกาสพัฒนาความสามารถในการสร้างสิ่งกันได้ แต่กลุ่มทดลองที่จะต้องเรียนผ่านขบวนการสร้างสิ่งกันโดยตรงนั้นน่าจะสร้างสิ่งกันได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม (บัณฑูร ชื่นพัฒนพงศ์, ๒๕๑๕ : ๓๕) เป็นน

๓.๓ ความสามารถในการสร้างสิ่งกัน ในกลุ่มทดลองที่ ๑ และกลุ่มทดลองที่ ๒ น่าจะไม่ต่างกัน

เนื่องจากเหตุผล เช่นเดียวกับ ข้อ ๑.๔

๓.๔ กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการสร้างสิ่งกันเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากการเหตุผล เช่นเดียวกับข้อ ๓.๒

๓.๕ ความสามารถในการสร้างสิ่งกันของกลุ่มทดลองที่ ๑ และกลุ่มทดลองที่ ๒ น่าจะเพิ่มขึ้นไม่ต่างกัน

เนื่องจากเหตุผล เช่นเดียวกับข้อ ๓.๓

๔. เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสิ่งกัน

๔.๑ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับ ความคิดสร้างสรรค์

เนื่องจาก พหุมามิองค์ประกอบเชิงโครงสร้างร่วมกันอยู่หลายลักษณะ ระหว่าง
ตัวแปรทั้งสอง (ผิงทฤษฎี) และ เนื่องจากมีผลงานวิจัยในประเทศไทยที่ชี้แนะไปในทำนองนั้น
เช่นงานวิจัยของ อรทัย เศรษฐ์สถโก (๒๕๔๔ : ๕๗)

๔.๒ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับ
ความสามารถในการสร้างสิ่งกับ

เนื่องจากลำดับขั้นตอนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่มีประสิทธิภาพจะต้องผ่านชั้น
การสังเกตซึ่งเป็นการสร้างสิ่งกับเสียก่อน และ เนื่องจากมีองค์ประกอบเชิงโครงสร้างร่วมกันอยู่
หลายประการ ระหว่างตัวแปรทั้งสอง (ผิงทฤษฎี)

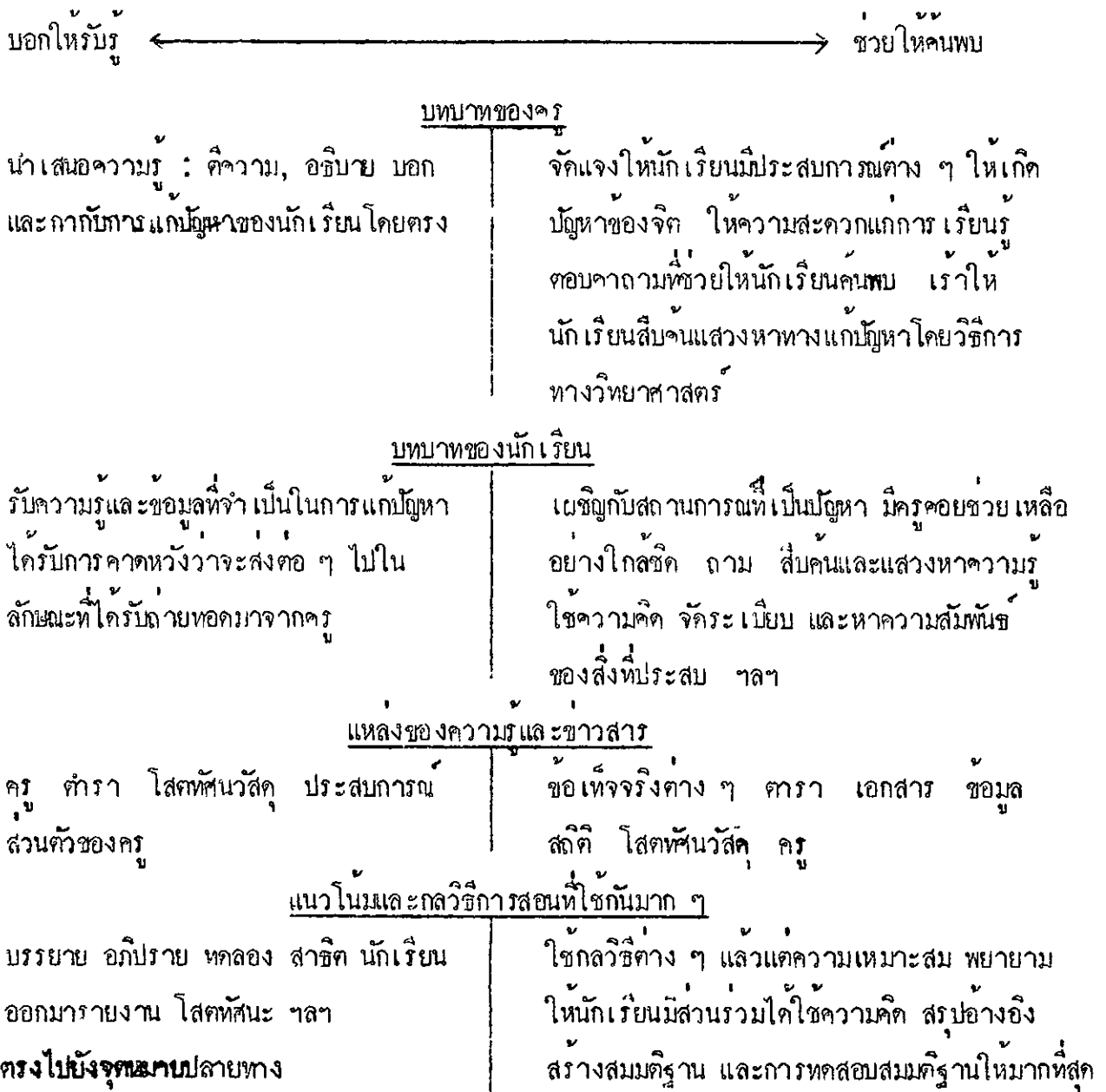
๔.๓ ความคิดสร้างสรรค์จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความสามารถ
ในการสร้างสิ่งกับ

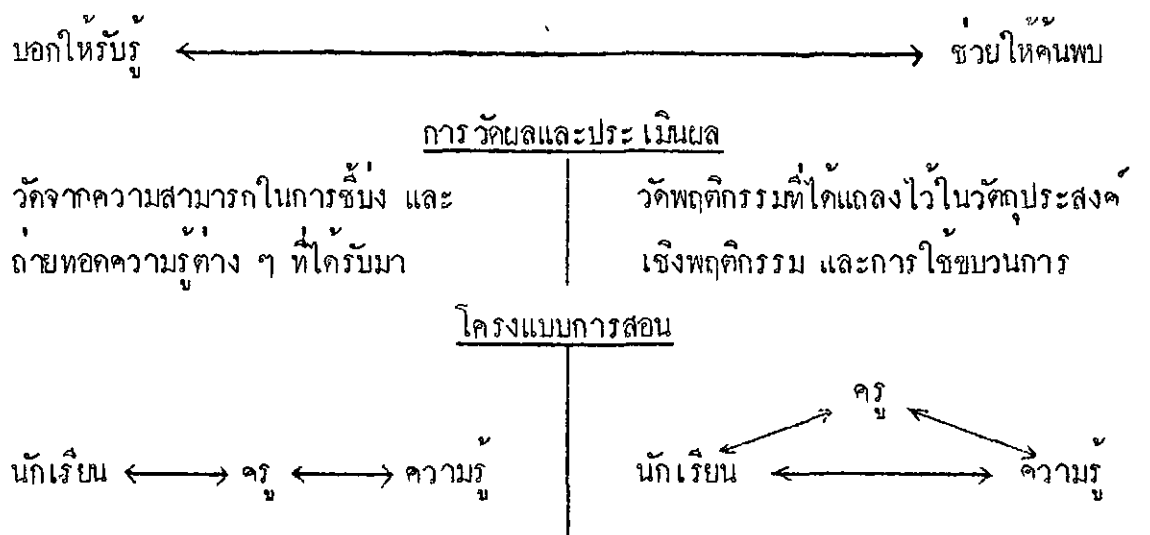
เนื่องจากมีลักษณะสำคัญหลาย ๆ อย่างที่ร่วมกันอยู่ระหว่างตัวแปรทั้งสองนี้ เช่น
การสังเกต การพิจารณาตีความหมาย จินตนาการ (ผิงทฤษฎี) เป็นต้น แม้ที่จริงความสัมพันธ์
ขั้นสุดท้ายระหว่างตัวแปรทั้งสองนี้จะดู เป็นที่น่าสงสัยอยู่บ้าง แต่ส่วนใหญ่แล้วนักวิชาการคิดที่ว่า
"น่าจะมีสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน" ก็มีมากกว่า ทำให้กล่าว เป็นสมมติฐาน ข้อ ๔.๓ ได้ถึง
ขั้นต้น

บันทึกท้ายบทที่ ๑

๑ ลักษณะแตกต่างกันสุดทางสองแบบของแนวการสอนวิทยาศาสตร์

(มงคล เอี่ยมสำอางค์, ๒๕๔๕ : ๒ - ๓ ; James, 1971 : 335 - 338 ; Cerlach and Ely, 1971 : 15 - 17)





- ๒ คร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ (๒๕๑๕ก: ๑) ได้สังเคราะห์ขึ้นเป็นโครงแบบแสดงการปะทะสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ขึ้นดังภาพประกอบที่จะดูเพิ่มเติมได้บันทึกหมายเลข ๕ ซึ่งหมายความว่า

กระบวนการสืบสวนสอบสวนจะพัฒนาและส่งเสริมโครงสร้างของการคิดและการรู้ในแบบต่าง ๆ ขึ้น และอาจใช้กลวิธีต่าง ๆ นานาใด ๆ เท่าที่จะเหมาะสมเข้ามาใช้ในกระบวนการสืบสวนสอบสวนนี้ได้ ดังตัวอย่างแสดงไว้ที่วงนอกสุดของโครงแบบคือ การสาธิต การปฏิบัติการทดลอง การเรียนเป็นรายบุคคล ฯลฯ เป็นอาทิ โดยมีสังกัดกับแนวทาง (บันทึกหมายเลข ๓) เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยให้เกิดการค้นพบ และมีแรงจูงใจใฝ่รู้ เป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้จนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งเอาไว้ (Mastery Learning) ส่วน $Y = f(X)$ ตรงกลางเน้นถึงการค้นพบลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

- ๓ สังกกับแนวทาง ศัพท์ภาษาอังกฤษที่ตรงกับคำไทยคำนี้ คือ Advance Organizer (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๓๓ - ; Ausubel, 1960 : 267 - 272 ; Sullivan, 1970 : 39 - 48) เป็นคุณสมบัติความสามารถในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนซึ่งถ้ามีอยู่แล้วจะช่วยให้การค้นพบ หรือการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เป็นไปได้สะดวกหรือง่ายขึ้น เป็นการพยายามหาทางให้กระบวนการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเข้ามาสัมพันธ์สืบเนื่องกันกับ ความสามารถทางด้านต่าง ๆ

ของนักเรียนที่อยู่อุดมคติ สำหรับการสร้างสิ่งกับแนวทางนี้อาจใช้วิธีบอกให้รับรู้โดยตรงเสียก็ได้ หรือ ใช้วิธีเปรียบเทียบให้คิดไ้มองเห็นได้เองก็ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพการและลักษณะของ "สิ่ง" ที่จะคนควาศึกษา นอกจากคำว่า Advance Organizer แล้ว ลางคนอาจใช้คำว่า Advance Concept ก็ได้

๔ คร. แฮนส์ โอ แอนเดอร์สัน (๒๕๑๕) เคยให้ความคิดเห็นแก่วิจัยในทำนองนี้ หลังจาก ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการสืบสวนสอบสวน และการเปรียบเทียบอย่างเป็นกลางระหว่าง ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับ การศึกษาอริยสัจ ๔ อย่าง เป็นขบวนการ

๕ คร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ (๒๕๑๕ ค) และคณะได้เปรียบเทียบว่าอาจใช้ขบวนการสืบสวน สอบสวน (สัน - อะ - ทะ - สะ - OEPC) มาอธิบายอริยสัจสี่ได้ดังนี้ คือ จากการสังเกต เกิด แก่ เจ็บ ตาย จะทำให้เกิดปัญหาคือของจิต คือ ทุกข์ นำไปสู่การอธิบายไ้ควา สมุทัย เป็นสาเหตุแห่งทุกข์

$$\text{ทุกข์} = f(\text{สมุทัย})$$

ซึ่งทำนายต่อไปว่า "ถ้าดับเหตุแห่งทุกข์ได้แล้ว ทุกข์ก็จะดับ" นั่นคือ

ถ้าทดสอบไ้ควาขอความชางคนนั้นเป็นไ้จริง ก็หมายความว่า

$$\text{จะต้องยอมรับการอธิบายที่ว่า } \text{ทุกข์} = f(\text{สมุทัย})$$

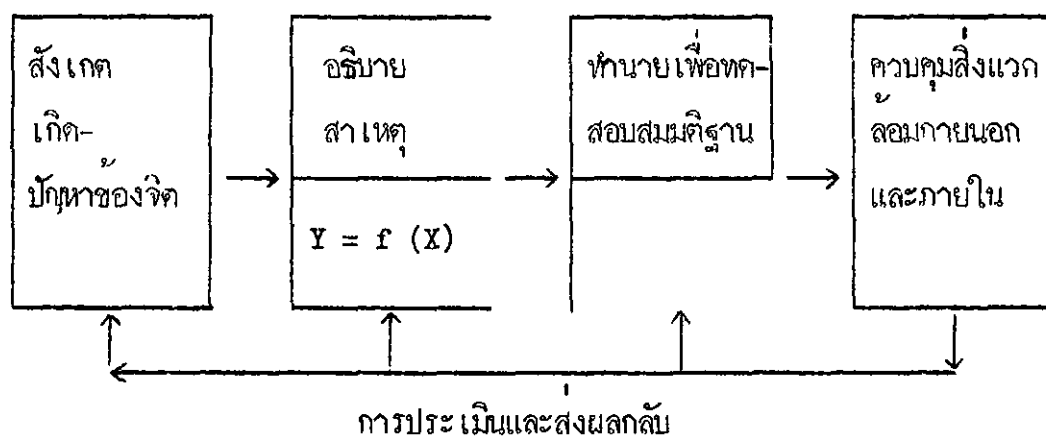
สุดท้ายเป็นการยืนยันว่า จากการปฏิบัติสามารถดับทุกข์ได้จริง ตามทางแห่ง "อริยมรรค"

ฉะนั้นจึงสรุปไ้ควา อริยมรรคเป็นทางนำไปสู่การดับทุกข์ นั่นคือถ้าเราควบคุมตนเอง

ตามทางของอริยมรรคปฏิบัติ ศีล - สมาธิ - ปัญญา ก็จะนำไปสู่การดับทุกข์ในที่สุด

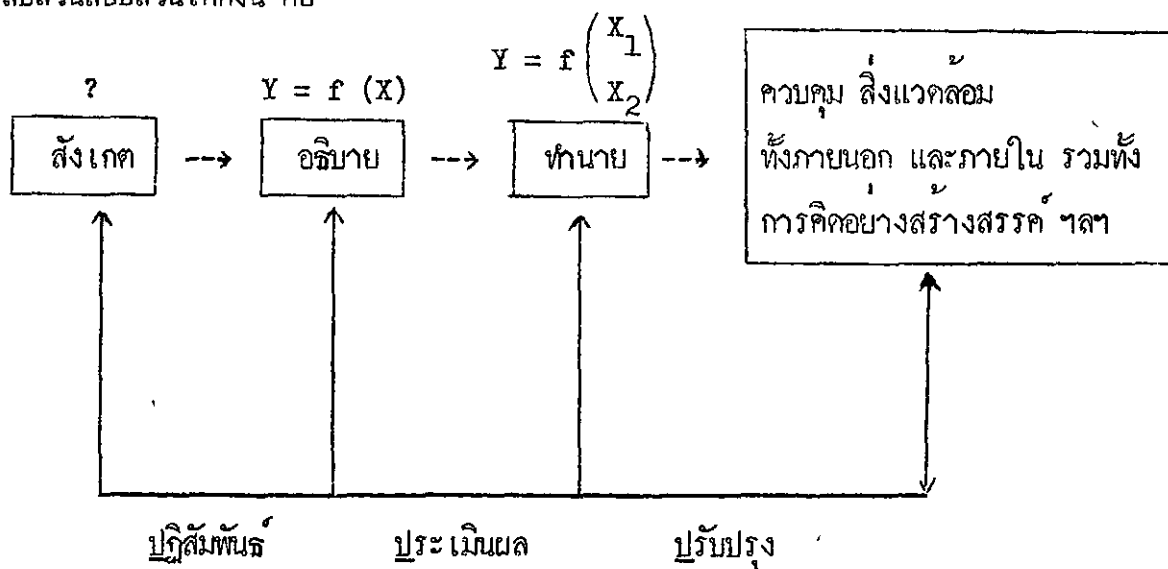
ทำให้เกิดเป็นปรัชญาของขบวนการสืบสวนสอบสวน (OEPC Inquiry) ขึ้นว่า

จากการสืบสวนสอบสวนจะทำให้สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ทั้งภายนอกและภายในได้ (ดังภาพประกอบ ๕)



ภาพประกอบ ๕ ปรัชญาของขบวนการสืบสวนสอบสวน (OEPC Inquiry)

และจึงอาจสรุปเป็นโครงสร้างการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ตามปรัชญาของขบวนการสืบสวนสอบสวนได้ดังนี้ คือ



ภาพประกอบ ๖ โครงสร้างการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

๖ ทักษะในขบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือ Science Process Skills (มงคล เอี่ยมสำอางค์, หนู ประธาน, พจน์ จันทวีระกุล, ๒๕๑๖ : ๑๐ หน้า ; มงคล เอี่ยมสำอางค์, หนู ประธาน, ระเบียบ ทฤษฎีคุณ, ๒๕๑๕ : ๑๘ หน้า ; AAAS, Commission on Science Education, 1970 : 316 pp. ; Okey and Fiel, 1971 : -) แบ่งเป็น สองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ ทักษะพื้นฐาน ได้แก่ การสังเกต (โดยใช้ประสาทสัมผัส ไม่ใช่ขั้นการสังเกต ของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน) การใช้จำนวนเลข การวัด การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่กับเวลา การจัดจำพวก การสรุปอ้างอิง การทำนาย (ทำนายผลล่วงหน้าโดยตรงไปตรงมา ไม่ใช่ขั้นการทำนาย ของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน) และ การสื่อสาร กับทักษะขั้นสูง ซึ่งได้แก่

การให้ยามปฏิบัติการ

การจำแนกตัวแปร ว่าไหนดเป็นตัวแปรอิสระ ไหนดเป็นตัวแปรตาม และ การควบคุม/จัดการเกี่ยวกับตัวแปร

การสร้างสมมติฐาน เพื่อทดสอบ

การประมวลผลและตีความหมายข้อมูล กับ

การวางแผนการทดลอง

ทักษะในขบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ โดยอิสระเพื่อประโยชน์แก่การฝึกฝน แต่ก็ยังคงมีการสืบเนื่องกันอยู่พอเป็นแนว แม้ไม่ได้จัดเรียงลำดับตามขบวนการหรือระยะเวลาที่จะเกิดขึ้นแต่ก็อาจจะเปรียบเทียบเคียงกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้โดยนัย คือ

ขั้นการสังเกตเพื่อหาลักษณะนิยาม พอเทียบเคียงได้กับ ทักษะ การให้ยามปฏิบัติการ

ขั้นการอธิบายหาความสัมพันธ์ ($Y = f(X)$) พอเทียบเคียงได้กับทักษะ การจำแนกตัวแปร และการควบคุม/จัดการเกี่ยวกับตัวแปร

ขั้นการทำนาย เพื่อทดสอบสมมติฐาน พอเทียบเคียงได้กับทักษะการสร้างสมมติฐานเพื่อทดสอบ โดยมีข้อแม้ว่าการคิดถึงสมมติฐานเบื้องต้นนั้นจะคำนึงว่าอยู่ในขั้นการอธิบายแต่ขั้นการทำนาย (ทดสอบ) นี้จะนับเอาขณะที่แปรรูปแบบของสมมติฐานใหม่อยู่ในรูปของการเขาประโยค "ถ้า _____ แล้ว _____" เพื่อการทดสอบ และรวมการทดสอบสมมติฐาน

๒๒
เขาไวคย

ขั้นการสรุป ยืนยัน สร้างสรรค์ และควบคุม พอเทียบเคียงได้กับ ทักษะ การประมวลผล และตีความหมายของข้อมูล กับทักษะการวางแผนการทดลอง รวมกัน

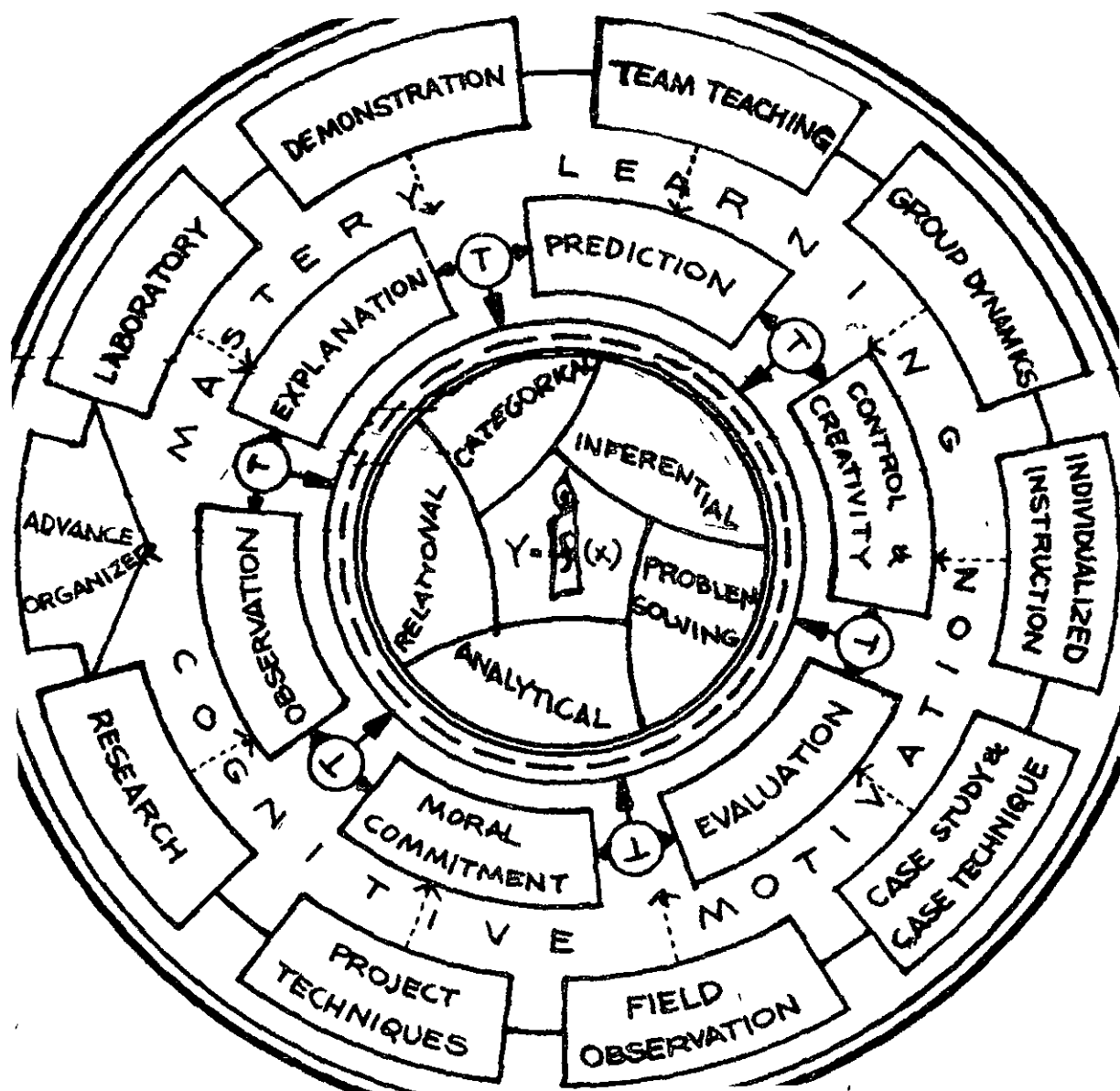
ส่วนทักษะพื้นฐานทั้งหลายนั้นพอเทียบเคียงได้เป็นดัง บุรพภาค (Prerequisite) ของ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่จำ ารฝึกฝนถึงขีดแล้วนั่นเอง

- ๗ แบบคำย่อ "ส - อ - ท - ส" นี้ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ ักคณะครูผู้เข้อบรม (อ.ศ.ร.) วิชาวิทยาศาสตร์ ณ วิทยาลัยครูเชียงใหม่ เมื่อเดือนเมษายน ๒๕๑๖
- ๘ แบบคำย่อ "O - E - P - C" นี้ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ ได้คิดขึ้นและมอบให้กลุ่ม ผู้วิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน นำไปใช้ในการบรรยายเรื่องการสอนแบบสืบสวนสอบสวน แก่นิสิตปริญญาโท และผู้สนใจทั่วไป ณ ห้อง ๔๓๗ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ในชอยประสานมิตร เมื่อเดือนมกราคม ๒๕๑๘ เป็นครั้งแรก
- ๙ โคร่งแบบที่แสดงการปฏิสัมพันธ์ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ ได้พัฒนาขึ้นในโอกาส การประชุมปฏิบัติการของอาจารย์ที่สอนวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ระดับ วิทยาลัยวิชาการศึกษา และมหาวิทยาลัย (คณะศึกษาศาสตร์) เมื่อเดือนกรกฎาคม ๒๕๑๕ ดังภาพประกอบ ๗ (และดูเพิ่มเติมที่บันทึกหมายเลข ๒)

The Investigation Model of Inquiry ;

An Interactive Integration

(As designed by Dr. Weerayudh Wichiarajote
Department of Educational Research
College of Education
Bangkok, Thailand
2515)

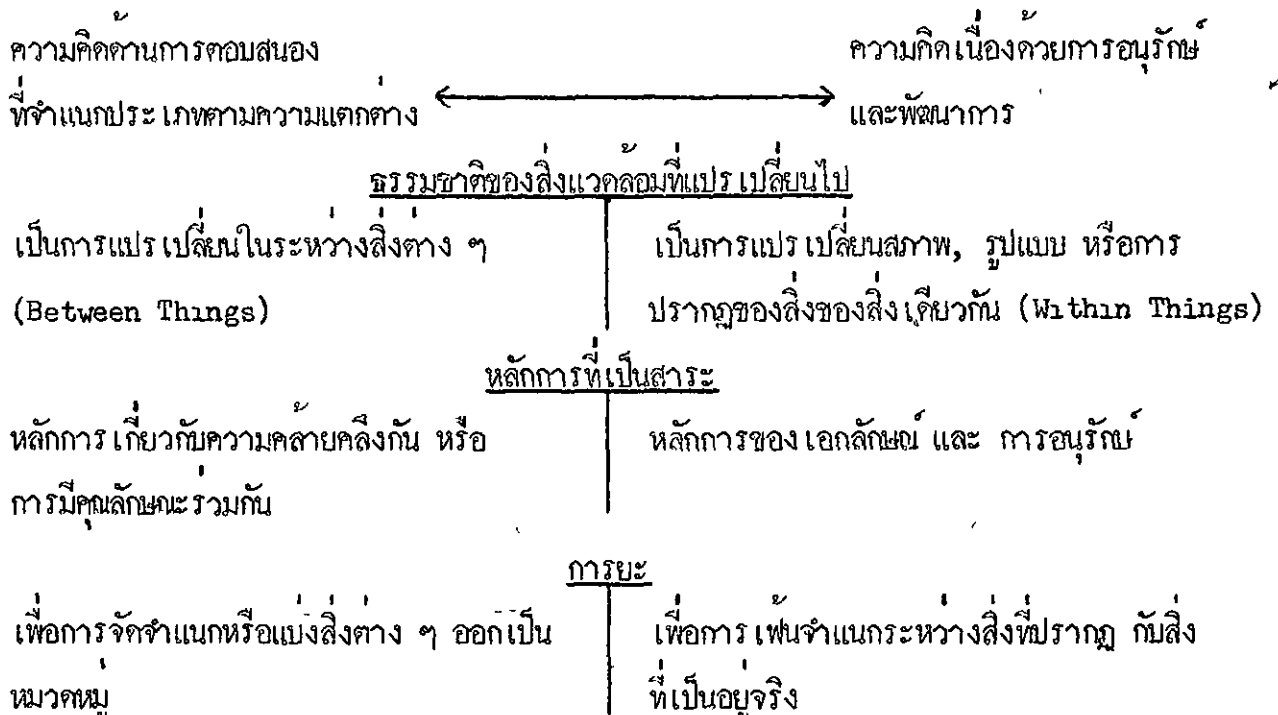


ภาพประกอบ ๗

โครงสร้างความคิดแสดงการปฏิสัมพันธ์ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

อนึ่ง จากโครงแบบนี้จะพบว่าในส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการสืบสวนสอบสวน ได้ขยายขอบเขตออกไปจากเดิม ที่แค่เพียง O - E - P - C ออกเป็น O - E - P - C - E M ซึ่ง มีรูปแบบที่ปฏิสัมพันธ์กัน (Interact) จะเริ่มกระบวนการที่ขั้นตอนใด และจะดำเนินการไป จากขั้นตอนใด ไปสู่ขั้นตอนใดก็ดูเหมาะสมและทำให้เกิด การค้นพบ หรือโครงสร้างของ การคิดและการรู้พิจารณา

- ๑๐ ความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่แพร่หลายอยู่ในปัจจุบัน คือ ความคิด เกี่ยวกับการตอบสนอง ที่จำแนก ประเภทตามความแตกต่าง (Discriminative Response) ส่วนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ อีกแง่มุมหนึ่ง เป็นความคิดที่เนื่องด้วยทฤษฎีการอนุรักษ์และพัฒนาการทางสมองของ พียาเจต์ (Piaget's Conservation Problems) (Elkind, 1969 : 171 - 189) แนวคิดทั้งสองนี้เป็นการพิจารณาที่ก้ำกึ่งกันคนละแง่มุม โดยมีประเด็นที่จะนำมากล่าว ในที่นี้ประเด็นด้วยกัน ได้แก่ ธรรมชาติของสิ่งแวดลอมที่แปรเปลี่ยนไป หลักการที่เป็นสาระ ของแนวคิด การยะ (Function) ของสิ่งที่แปร และสิ่งที่สมนัย (Correspond) กับสิ่งที่แปร ดังจะแสดงแง่มุมของความคิดทั้งสองแนวนั้น คือ



<u>เนื้อหาที่สมนัยกับสิ่งๆ</u>	
เป็นสิ่งที่แผ่ขยายออกกว้างขวาง (Extensive)	เกี่ยวข้องกับเรื่องความเข้มข้นของคุณลักษณะ (Intensive) ที่ยังดำรงอยู่ในท่ามกลาง การแปรสภาพ

อย่างไรก็ตาม เอลคิน (๑๙๖๕) ย้ำว่าการคิดถึงเรื่องสิ่งๆที่จะครอบคลุมได้กว้างขวาง
รัดกุมเท่าไรนั้น ควรจะคิดทั้งสองแง่ไปด้วยกัน

- ๑๑ ในพื้นสิ่งๆ คือ Concept, หลักการหรือหลักวิทยาการ คือ Principle, ข้อเท็จจริง คือ Fact ส่วน Conceptual Scheme (NSTA, 1964) ขอใช้ว่า แนวคิดหลักใหญ่ๆ
ไปพลางก่อน

บทที่ ๒

การเตรียมงานเพื่อการวิจัย

คณะผู้วิจัยที่เข้าร่วมในโครงการสอนแบบสืบสวนสอบสวนซึ่งมี ดร. วิบุต วิจัยโรชิต เป็นหัวหน้าโครงการประกอบด้วยนิสิตปริญญาโทในสาขาการวัดผลการศึกษา ๖ คน, โสภทัศน์ศึกษา ๑ คน, อุทกศึกษาและการฝึกหัดครู ฟิสิกส์ ๑ คน, ชีววิทยา ๑ คน, แผนะแนวการศึกษา ๑ คน, จิตวิทยาการศึกษา ๑ คน คือ

น.ส. สมใจ	อองสุวรรณ
น.ส. ทศนีย์	คุกวัดนาวุฒิ
นายบำรุง	บุญมงคล
นายสมศักดิ์	สุนทรสุข
นายมงคล	เอี่ยมสำอางค์
น.ส. พิพา	เพชรดี
น.ส. ยุพา	อานันท์สิทธิ์
นายหนู	ประจักษ์
นายณรินทร์	แจ่มจำรัส
น.ส. วราภรณ์	ชัยโอกาส
นายสามารถ	ศรีจำนงค์

ได้เริ่มรวมกัน เป็นการเพื่อการศึกษาคนคนนี้นับมาตั้งแต่เดือนตุลาคม ภาคกลางปีการศึกษา ๒๕๑๓ เป็นต้นมา การเตรียมงานเหล่านี้อาจกล่าวเป็นลำดับขั้นโดยสังเขป ได้คือ

๑. ประชุมปฏิบัติการ เป็นการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนวิทยาศาสตร์และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นการเตรียมตัวผู้วิจัยให้เกิดความคิดความเข้าใจให้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไป การประชุมปฏิบัติการนี้เป็นประจำ ประมาณสัปดาห์ละครั้ง เป็นอย่างน้อยจนตลอดการศึกษาวิจัย

๒. การวิเคราะห์หลักสูตรซึ่งรวมทั้งการวิเคราะห์ความมุ่งหมาย และการวิเคราะห์เนื้อหา สำหรับสอนในกลุ่มตัวอย่าง เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นปีที่ ๗ และวิเคราะห์เนื้อหาตั้งแต่ระดับที่ ๑ ถึง ๖ นั้นได้ผ่านการเรียนการสอนเรื่องใดไปแล้วด้วย

การวิเคราะห์ความมุ่งหมาย นำเอาความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายมาพิจารณาปรับปรุงและเพิ่มเติมความมุ่งหมายที่คิดว่าจำเป็น เป็นการเฉพาะเพื่อการวิจัยครั้งนี้ แล้วจึงแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามความมุ่งหมายของการศึกษา ๕ ประเภทของ วิบุลย์ วิเชียรโชติ (โครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน, ๒๕๑๓) คือ ในด้านความคิด (Cognitive Domain) อารมณ์และความรู้สึก (Affective Domain) การลงมือกระทำ (Psychomotor Domain) แรงขับ (Conative Domain) และพัฒนาการด้านบุคลิกภาพ (Personality Development) ต่อจากนั้นจึงแปลความมุ่งหมายดังกล่าว ออกมาเป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง โดยมีความมุ่งหวังว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนวิชานี้แล้วควรจะแสดงพฤติกรรมดังกล่าวมาข้างต้นนั้นได้

การวิเคราะห์เนื้อหา พิจารณาเนื้อหาที่ทางโรงเรียนจะสอนนำมาจัดหมวดหมู่เรียงลำดับตามความเหมาะสม เพื่อจะได้เนื้อหาครบถ้วนกับกลุ่มควบคุม โดยยังคงสามารถสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้ตามความมุ่งหมาย และเพื่อการจัดเตรียมอุปกรณ์ และโครงแบบ การสอนให้สอดคล้องกัน

๓. การจัดทำโครงแบบหรือโครงหน้การสอน เพื่อใช้เป็นคู่มือครูในการสอน โดยกล่าวถึงจุดมุ่งหมายโดยทั่วไปของการสอนในแต่ละหน่วย สังกักับแนวทาง เนื้อหาที่จะสอน สังกักับที่คาดหวังว่านักเรียนจะค้นพบ พฤติกรรมที่คาดหวัง วัสดุอุปกรณ์เพื่อการสาธิต ทดลอง (Model C) หรือข้อความหรือสถานการณ์ที่ครูนำมาเสนอ (Model A) หรือ ภาพประกอบ แผนภูมิ หรือสไลด์ (Model B) ที่จะใช้เป็นสื่อในการสอน พฤติกรรมการสอนของครู พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบของการคิดที่คาดว่าจะเกิดขึ้น การประเมินผล และ/หรือข้อสังเกตพิเศษในโครงแบบการสอนแต่ละหน่วย

(๔) ทั้งนี้โดยหาทางให้นักเรียนได้สังเกต จนเกิดปัญหาของจิตจากสถานการณ์ที่เผชิญหน้าอยู่ อย่าง Optimal - Discrepancy จนนักเรียนต้องใช้ความคิดสืบสวนสอบสวนตามขั้นตอนการ

สังเกต ทาลักษณะนิยามและสร้างสิ่งกับ ขบวนการสร้างทฤษฎีและอธิบาย ขบวนการทำนาย และทดสอบสมมติฐาน และขบวนการยืนยัน สรุป ความรู้ และสร้างสรรค์ (O - E - P - C หรือ สัน - อะ - ทะ - สะ) ให้มากที่สุด ดังตัวอย่างโครงการสอนโดยสังเขป เรื่อง การหักเหของแสงต่อไปนี้

โครงการสอน

การหักเหของแสง

ชั้นประถมศึกษาที่ ๗

เวลา ๔๕ นาที

ความมุ่งหมายทั่วไป

๑. ให้มีความรู้ในสิ่งทั้งหลายและปรากฏการณ์รอบตัว
๒. ให้มีความเข้าใจเหตุผล มีการคิดแบบต่าง ๆ พร้อมที่จะค้นคว้าหาความจริงเพิ่มเติม เพื่อเป็นรากฐานนำไปสู่วิชาวิทยาศาสตร์ขั้นสูงต่อไป
๓. ให้เข้าใจผลงานของวิทยาศาสตร์ทั้งในตำแหน่งที่เป็นคุณและท่านที่อาจให้โทษแก่สังคม
๔. ให้รู้จักใช้วิธีการวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนได้
๕. ให้หาความรู้ที่นำมาปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตน และชุมชนให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้นักเรียนบรรยายได้ว่า การหักเหของแสงคืออะไร
๒. ให้นักเรียนเปรียบเทียบและบอกความแตกต่างของการเดินทางของแสงในตัวกลางโปร่งใสต่างชนิดกัน เช่น จากอากาศไปสู่ น้ำ หรือจากอากาศไปสู่ แก้วได้
๓. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องราวต่าง ๆ ใหม่ ๆ ได้ และมีแนวคิดใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น บอกประโยชน์ของเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการหักเหของแสงหรือการปรับปรุงเครื่องใช้บางสิ่งบางอย่างโดยอาศัยหลักการหักเหของแสง เป็นต้น
๔. ให้นักเรียนรู้จักความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ในปรากฏการณ์การหักเหของแสงได้

เนื้อหา

เมื่อแสงผ่านตัวกลางโปร่งใสมากกว่าหนึ่งชนิด จะเกิดการหักเหของแสง การหักเหของแสง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น เห็นแท่งไม้จุ่มในน้ำ เห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำตื้นกว่าที่เป็นอยู่จริง เห็นเส้นหรือภาพหักงอไปเมื่อมองผ่านแท่งแก้ว ฯลฯ เป็นต้น

สิ่งก้ำก๋ว

๑. ชนิดของตัวกลาง
๒. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง
๓. แสงเดินทางผ่านตัวกลางโปร่งใส และตัวกลางโปร่งแสงได้
๔. เมื่อแสงเดินทางมายังตาทำให้มองเห็นได้

วัสดุอุปกรณ์

ดินสอ แก้วใส่น้ำ เหยียบดูภาพ ขวดแก้วโปร่งแสง กระดาษมีขีดเส้นตรงใหญ่ ๆ

๑. เส้น แผนภาพ แสดงรายละเอียดของการทดลอง

พฤติกรรมการสอน	พฤติกรรมนักเรียน
ถามทบทวนเป็นการทบทวนเกี่ยวกับสิ่งก้ำก๋ว และสร้างสถานการณ์ที่เข้าใจ ขอให้นักเรียนสังเกตการทดลองให้ถี่ ๆ ก่อน แล้ววางดินสอลงในแก้วใส่น้ำวางลงเอียง ๆ	ทวน หรือ เรียนสิ่งก้ำก๋ว สังเกตการทดลอง (ให้มองดูดินสอจากข้างบน) คิดแล้ว ถามครู เช่น ที่จริงดินสอนั้นไม่หักงอใช่ไหม ? ทำไมดินสอในน้ำจึงดูเหมือนหักงอ ? เพราะเรามองผ่านลงไปใต้น้ำใช่ไหม ? ฯลฯ

พฤติกรรมการสอน	พฤติกรรมการเรียนรู้
มอบเหรียญบาทให้นักเรียน	วางเหรียญบาทลงในแก้วน้ำแล้วค่อย ๆ เติมน้ำ ทางออกมาจนมองไม่เห็นเหรียญ ให้เพื่อนคนอื่น ๆ เหน้กลงไปจนถึงระดับหนึ่ง สังเกตและรายงานปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
ฉีกปรายกับนักเรียน	ถาม - ตอบ เกี่ยวกับการสังเกตและลักษณะ นิยามการอธิบาย การทำนายและการนำหลักการ ไปใช้ประโยชน์
วางขวดแก้วที่มีน้ำอยู่บนเส้นตรงบน แผ่นกระดาษ	สังเกตภาพเส้นตรงที่มองผ่านขวดแก้ว ถาม - ตอบ แสดงความคิดเห็น
ฉีกปรายกับนักเรียน เรียงปฏิทินให้นักเรียนใช้ความคิด ที่เป็นระบบใดมากขึ้น ๆ สูงขึ้น อาจใช้คำถามยั่วยักต่อไปนี้ได้ คือ สังเกตให้คิดที่ว่ามันเหมือนกันหรือ แตกต่างกันอย่างไร ? ใครจะลองตอบก็ได้ ใครบ้าง ? เห็นอะไรต่างไปจากที่เคยคิดไว้มากบ้าง ? ดีมาก คราวนี้จะพิสูจน์ได้อย่างไรละว่า ทฤษฎีที่กล่าวมานั้นถูกต้อง ? ใครมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเรื่องนี้อย่างไร บ้าง ?	ทำไมเมื่อไม่มีน้ำมองไม่เห็นเหรียญบาท แต่เมื่อ มีน้ำจึงมองเห็นได้ ? ที่มองเห็นทั้งหมดนั้นเป็นภาพ ของจริงไม่ได้ เป็นเช่นนั้นใช่ไหม ? แสงเดินทางจากน้ำ (และแก้ว) ผ่านอากาศมา เข้าตาเราต้องหักเหไปใช่ไหม ? แนวที่สายตาเรามองเห็นนั้นเป็นเส้นตรงไม่หักงอ ใช่ไหม ? ถ้าเราย้ายที่มองจะเห็นแนวคดงอหรือความถี่ลึก ของเหรียญเปลี่ยนไปได้ใช่ไหม ? เส้นตรงที่ขวดน้ำหักเหไปจากเดิม เพราะ สาเหตุเกี่ยวกับข้ออื่น ๆ นั้นใช่ไหม ?

พฤติกรรมการสอน	พฤติกรรมนักเรียน
ลองสังเกตเพิ่มเติมอีกให้ดี ๆ สิ เราพอจะสรุปสิ่งที่ได้จากการทดลองเหล่านี้ได้ว่อย่างไรกันบ้าง ? ผลจากการทดลองนี้จะนำไปอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างไรบ้าง ? เอาหลักการเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง ?	เมื่อเราดูปลาในน้ำนั้นที่จริงปลาไม่ได้ว่ายตรงที่เรามองเห็นใช่ไหม ? ถ้าจะแทงปลาใหญ่เราควรแทงให้ต่ำกว่าจุดที่เรามองเห็นใช่ไหม ? แสงที่ผ่านเลนส์จะหักเหด้วยใช่ไหม ? ฯลฯ

ความคิดที่คาดว่านักเรียนจะสรุปได้ และสามารถนำไปใช้ได้

การเห็นคันท่อหักงอตรงผิวหน้า เห็นเหรียญหรือวัตถุอื่นใต้น้ำตื้นขึ้นมา หรือ ขวดบรรจุน้ำที่วางทับเส้นตรงที่ขีดอยู่บนแผ่นเรียบทำให้มองเห็นเส้นตรงที่ขีดอยู่ได้สั้นไปจากแนวเดิมใต้น้ำ

เป็นเพราะแสงที่เดินทางเป็นเส้นตรงมาจากตัวกลางหนึ่งไปสู่ตัวกลางอีกอย่างหนึ่ง จะหักเหตรงผิว
ต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง

แนวทางการนำหลักการไปใช้ เช่น ช่วยคาดคะเนระดับที่ปลาควรจะอยู่จริงใต้น้ำ และนำไปสู่การรู้จักหลักการของเลนส์ และปริซึมต่อไป

การประเมินผล ประเมินผลจาก

๑. การเขียนตอบจากข้อสอบ

๒. การวิเคราะห์ผลการทำงานเช่นการทำรายงาน ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมในชั้น C เมื่อเวลาในห้องเรียนไม่พอ ทำโครงการทดลอง ฯลฯ

๓. การอธิบายแสดงความคิดเห็นของนักเรียนในชั้นเรียน

๔. การสังเกตพฤติกรรมอื่น ๆ โดยไปให้รู้ตัว

จากโครงแบบการสอนเหล่านี้จะช่วยให้การจัดหา และจัดทำวัสดุการสอนต่าง ๆ ตรงจุดที่ต้องการและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

๔. การฝึกหัดสอนแบบจุลภาค (Microteaching) หรือการฝึกหัดสอนกับกลุ่มตัวอย่าง
จำนวนน้อย ในเวลาครั้งละสั้น ๆ เพียงสัปดาห์เดียว คณะผู้วิจัยเรื่องนี้ได้ฝึกหัดสอนแบบสลับสวน
สอบสวน กับนักเรียนที่มีความรู้เดิม ประถมปีที่ ๕ และประถมปีที่ ๖ จำนวน ๖ คน เป็นเวลา
ประมาณ ๑ เดือน เพื่อฝึกฝนพัฒนาทักษะเกี่ยวกับการสอนแบบสลับสวนสอบสวน และเพื่อแก้ไข
ปรับปรุงโครงแบบการสอนบางหน่วยที่สร้างไว้แล้วด้วย และสมาชิกของโครงการนี้ ได้ทดลอง
สอนกับนักเรียนประถมปีที่ ๗ ทั้งชั้นจริง ๆ ทั่วครึ่งหนึ่ง ที่โรงเรียนวัดบางกอบัว อำเภอพระประแดง
จังหวัดสมุทรปราการ

จากการฝึกหัดสอนแบบจุลภาคเหล่านี้และการค้นคว้าพัฒนาเกี่ยวกับการสอนสลับสวน ๆ มา
อาจสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหามาบางประการเท่าที่รวบรวมไว้ได้ ดังต่อไปนี้คือ

๔.๑ สังกัปแนวหนามีความสำคัญมาก เป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนการสอนสลับสวน
สอบสวนต่อไป ควรให้แก่นักเรียนมีสังกัปแนวหนาคบเท่าที่จำเป็น อาจพิมพ์หัวข้อสั้น ๆ
แจกเพื่อกันและกัน ประกอบกับการนำเสนอด้วยวิธีอื่น ๆ ในชั้นก็ได้ และนำมาทบทวนได้เสมอ
เมื่อกระบวนการเรียนการสอนหยุดลงพักไป

ก่อนจะเริ่มบทเรียนแบบสลับคนแสวงหานักเรียนต้องมีความรู้ทาง ๆ ที่จำเป็นพอ มีแบบ
การคิดที่เหมาะสม คิดเป็น และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วย (Andersen, 1972 : 11)

สังกัปแนวหนากับโครงสร้างความคิดเดิมของนักเรียนประกอบกับการสังเกตสถานการณ์
ต่าง ๆ ที่จริงอยู่ในชั้นที่เหมาะสมจะนำไปสู่ปัญหาของจิต (Conceptual Conflict) ซึ่งจะ
กระตุ้นแรงจูงใจใฝ่รู้ และให้นักเรียนให้สังเกตต่อไปอย่างพิถีพิถะระหัด อาจถือได้เป็น
การสร้างสถานการณ์ชักจูงใจ ให้เริ่มบทเรียนใดอย่างหนึ่งซึ่งจะดำเนินต่อไปตามกระบวนการ
สลับสวนสอบสวน (สัน - อะ - ทะ - สะ - OEPC) ตามลำดับ

๔.๒ การฝึกฝนให้นักเรียนรู้จักคิดรู้จักถามเป็นสิ่งที่ควรทำโดยสม่ำเสมอ
(อาจ) คิดเป็นนิสัยข้างคิขางกนกวหาความรู้ใดต่อไป อาจฝึกลำดับขั้น สัน - อะ - ทะ - สะ
โดยใช้เรื่องราวต่าง ๆ หรือรูปภาพที่น่าสนใจเป็นแกนก็ได้

การเริ่มแนะนำกระบวนการ สัน - อะ - ทะ - สะ แก่นักเรียนใหม่ อาจให้กลุ่มครูที่
รู้ลำดับขั้น สัน - อะ - ทะ - สะ คิดและถามตามลำดับขั้นดังนั้นใจเลามาแสดงเป็นตัวอย่าง

การเรียนการสอน (Peer - teaching Demonstration) ก็อาจช่วยได้

๔.๓ การสอนที่เน้นการค้นพบเช่นนี้ ครูจะต้องช่วยหาทางให้นักเรียนรู้จักคิดสรุปความสัมพันธ์ ($Y = f(X)$) ให้มากที่สุด นักเรียนจะโครงสร้างสิ่งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ใดเป็นของตนเอง และครูจะต้องทำให้นักเรียนตระหนักว่าคำถามของนักเรียนที่ได้รับคำตอบแล้วจะเป็นเครื่องมือนำไปสู่การค้นพบใดต่อไปทั้งนั้น

๔.๔ ถ้านักเรียนไม่ถามไม่แสดงความคิดเห็น ครูต้องแสดงความเป็นกันเองมากขึ้น และกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออก อาจใช้วิธีถามเพื่อหยั่งไถ้คิด (Probing) หรือจัดในรูปแบบเกมส์และการแข่งขันย่อย ๆ ถ้านักเรียนสรุปเร็วไป ครูอาจใช้ Model A ยุกให้นักเรียนคิดในเรื่องอื่นที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่เรียน หรือเพิ่มการฝึกในชั้นการทำงานกับต้นความสร้างสรรค์ให้มากขึ้นก็ได้

ในหน่วยการสอนหนึ่ง ๆ ควรจะดำเนินไปถึงขั้น สั้น - อะ และ ทะ (OEP) เป็นอย่างน้อย ส่วนขั้นสร้างสรรค์ (C) นั้นถ้าไม่มีเวลาจริง ๆ ก็ใช้วิธีนำไปคิดมาเป็นการบ้าน และนำมาทวนถึงเป็นทั้งการสร้างสถานการณ์ซึ่งจูงใจสำหรับการเรียนครั้งต่อไปได้

๔.๕ การสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียนต้องรวมกันและเป็น บุคคลวิถี (Two - ways Communication) ถอยคำต่าง ๆ ที่ใช้ในการสื่อสารต้องให้เป็นที่ตกลงร่วมกัน มีสิ่งกัปรองกันเพื่อจะสื่อข้อความหมายตรงกันเสียก่อน

๔.๖ บรรยากาศในห้องเรียนจะต้องเป็นแบบที่ส่งเสริมให้แสดงออกและยุกให้คิดใหญ่ใจในผลงาน (Responsive Environment) การสร้างบรรยากาศเช่นนี้อาจมีการจัดมุมแสดงผลงานหรือการจัดป้ายนิเทศประกอบกับจัดแสดงคำถามคำตอบที่สำคัญ ๆ ไว้ด้วยก็ได้

๔.๗ สาร (Message) ที่ตรงจุด (Relevant) กับความมุ่งหมายของการสอนเป็นสิ่งสำคัญในการบริหารชั้นเรียน

คำถามที่นักเรียนถามออกมาแม้จะฟังไม่เป็นภาษา ครูก็อาจแก้ไขในคำภาษาไทยให้รัดกุมแล้วให้นักเรียนพูดซ้ำใหม่ สำหรับคำถามที่ไม่ต้องแก้ภาษาแล้ว ครูก็ทวนให้ได้ยินทั่วกัน (อาจจดบันทึกไว้ด้วยก็ได้) จะได้อะไรใจกันใจตรงกันทั้งชั้น

ความคิดของนักเรียนทั้งหมดครูจะต้องส่งเสริม และขณะเดียวกันต้องแยกให้ได้ว่า ความคิดที่ตรงจุดกับความมุ่งหมายของการเรียนการสอนครั้งนี้ และความคิดเห็นใดไม่ตรงจุดบ้าง

การสาธิต และทดลองก็เช่นกัน ครูจะต้องคิดไว้ว่า การทดลองครั้งนี้มีสาระ (เนื้อหา) สิ่งใดที่ตรงจุดกับความมุ่งหมายที่ต้องการบ้าง ทุกครั้งที่มุ่งถึงการทดลอง

๔.๘ ครูจะต้องมีความเป็นนักแสดงควาย ต้องมีแนวทางที่น่าสนใจแปลก ๆ หลาย ๆ ทางสำหรับการนำเสนอทเรียนต่าง ๆ เพื่อสร้างให้ Affective Domain ของนักเรียน สู่พอแก่การเริ่มเรียนทางด้าน Cognitive Domain และ Psychomotor Domain ในแต่ละครั้ง

๔.๙ ครูควรเอาใจใส่ให้นักเรียนให้ทั่วถึงกัน อย่าเพ่งความสนใจไปที่คนใดคนหนึ่ง หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น และต้องไม่แยกตนเองออกจากเด็กควาย

๔.๑๐ เน้นวินัยในตนเองของนักเรียนให้มาก ๆ กฎเกณฑ์ในชั้นเรียนมีไว้เพื่อบังคับนักเรียนตามที่ครูต้องการเท่านั้น แต่ควร เป็นการทำให้เห็นการจำเป็นและคุณค่าของการมีวินัยในกลุ่มชน รวมทั้งการบรรลุจุดหมายปลายทางคือการสืบคนแสวงหาต่าง ๆ มากกว่า ฯลฯ

๕. การเลือกและเตรียมเครื่องมือที่จะใช้

๕.๑ เกี่ยวกับการสอน

ใดเตรียมเครื่องมือต่าง ๆ เทาที่จำเป็นจะต้องใช้โดยถือตามแนวของโครงการการสอน และสภาพความเหมาะสมเป็นหลัก เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ในการสอนบางชุด คณะผู้วิจัย สร้างขึ้นขึ้นเอง เช่น ชุดการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่เนื่องจากความดัน ชุดเกี่ยวกับไฟฟ้า ในบางราย ๆ บางอย่าง ชุดหุ่นจำลองเกี่ยวกับการคัดเลือกพันธุ์สัตว์ แผนภาพ แผนภูมิต่าง ๆ และชุดสไลด์ที่ใช้เพื่อศึกษา เรื่องของการใช้สปีดประเภทพาหนะ

สไลด์ที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นสำหรับใช้ในการสอนมีลักษณะ เป็นภาพโปร่งแสงสี ขนาดรวมทั้ง กรอบภาพควยเป็น ๒ นิ้ว x ๒ นิ้ว ภาพที่ปรากฏในสไลด์ทั้งหมดเป็นภาพเดียวกับที่ปรากฏใน แผนภาพ แผนภูมิ หรือภาพนิ่งต่าง ๆ ที่ใช้สอนในกลุ่มทดลองอื่น ๆ มีลำดับชั้นในการสร้าง

ดังต่อไปนี้คือ

๑. สร้างภาพต้นฉบับ เป็นภาพนิ่ง แผนภาพ หรือแผนภูมิ เพื่อจะใช้สอนกลุ่มทดลองที่ ๑ และใช้สอนในกลุ่มทดลองของคณะผู้วิจัยคนอื่น ๆ

๒. ถ่ายภาพเหล่านี้นกวยฟิล์มสี ชนิด Reversal Film ขนาด ๓๕ มม. สำหรับทำภาพโปรยแสง

๓. นำฟิล์มที่ถ่ายเสร็จเรียบร้อยแล้วไปล้างเป็นสไลด์ นำฟิล์มมาตัดและฉีกเข้ากรอบ ขนาด ๒ นิ้ว x ๒ นิ้ว

๔. ทดลองนำแผ่นสไลด์ที่ได้นมาฉายดูเพื่อตรวจหาข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น เพื่อแก้ไขปรับปรุง หรือจัดทำใหม่ ก่อนจะนำไปใช้สอนจริง

เครื่องมือและวัสดุการสอนบางชุดคณะผู้วิจัยได้รับความกรุณาจาก แผนกเคมี และแผนกฟิสิกส์ ของวิทยาลัยวิชาการศึกษา (ประสานมิตร) โรงเรียนเทเวศร์ศึกษา และโรงเรียนสายน้ำทิพย์ ให้ยืมใช้เพื่อทดลองสอนครั้งนี้

๕.๒ เกี่ยวกับการสอบวัดสมรรถภาพทางสมองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
เครื่องมือสำหรับสอบเก็บข้อมูลนี้เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสิ่งก่

๒.๑ แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๒.๑.๑ ลักษณะแบบทดสอบ

เป็นแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของ อรรถ ศรีมงคล และ บุญหล่อ ทองอยู่ (๒๕๑๔) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบสองฉบับ คือ

๒.๑.๑.๑ ฉบับรูปภาพ เป็นภาพลายเส้น กว้าง - ขาว ขนาด ๒ นิ้ว x ๔ นิ้ว
จำนวน ๑๐ ภาพ

๒.๑.๑.๒ ฉบับข้อความ เป็นข้อความสั้น ๆ จำนวน ๑๐ ข้อความ

๒.๑.๒ วิธีทดสอบ ให้นักเรียนดูภาพ หรืออ่านข้อความ แล้วตั้งคำถามใหม่มากที่สุด
ในเวลา ฉบับละ ๕๐ นาที

๒.๑.๓ เกณฑ์การให้คะแนน

๒.๑.๓.๑ การให้คะแนนจำนวนคำถาม เป็นจำนวนคำถามทั้งหมดที่นักเรียนตั้งคำถามได้ จะให้คะแนน ๑ คะแนน ต่อ คำถาม ๑ คำถาม ทุกคำถาม คะแนนรวมของแต่ละบุคคล ได้จากคะแนนของทุกข้อรวมกัน

๒.๑.๓.๒ การให้คะแนนตามลักษณะคำถาม ให้คะแนนโดยยึดตามขั้นทั้งสี่ของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ดังนี้

คำถามขั้นการสังเกต	คำถามละ ๑ คะแนน
คำถามขั้นการอธิบาย	คำถามละ ๒ คะแนน
คำถามขั้นการทำนาย	คำถามละ ๓ คะแนน
คำถามขั้นการสร้างสรรค์	คำถามละ ๔ คะแนน
คะแนนรวมของแต่ละบุคคลได้จากคะแนนของทุกข้อรวมกัน	

๒.๑.๔ คุณภาพของแบบทดสอบ

บุญลือ ทองอยู่ และ อรทัย เสริมสุตโก (๒๕๖๔) รายงานคุณภาพของแบบทดสอบไว้ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก (t) ฉบับรูปภาพ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ ๓.๖๐๗ - ๘.๘๓๕ บุญลือ ทองอยู่ (๒๕๖๔) สร้างแบบทดสอบและนำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ของโรงเรียนพันธะศึกษา สามเสน พระนคร จำนวน ๘๒ คน หลังจากนั้นก็นำไปวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกดีข้างต้นไว้เป็นแบบทดสอบจริงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ฉบับข้อความ บุญลือ ทองอยู่ (๒๕๖๔) ได้ทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ของโรงเรียนวัดธาตุทอง พระโขนง พระนคร จำนวน ๑๑๖ คน ได้ค่าอำนาจจำแนก (t) ตั้งแต่ ๕.๕๘๐ - ๑๐.๑๒๗

ค่าความเชื่อมั่น หาโดยวิธีแบ่งครึ่ง มีค่า r_{tt} ของแบบทดสอบฉบับรูปภาพ ๐.๘๘๗๗ ($N = 190$) ฉบับข้อความ ๐.๘๗๗๗ ($N = 190$)

ค่าความเที่ยงตรง (Construct Validity)

- เมื่อหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบอื่น ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวก กับความคิดสร้างสรรค์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ .๐๑

- เมื่อหาความคงที่ภายใน (Internal Consistency) มีความเชื่อมั่น .๘๔ - .๘๖

- เมื่อใช้เทคนิคการจัดกลุ่มนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน มากกว่านักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียน กลุ่มปานกลางมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนกลุ่มอ่อนตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๑

- เมื่อวิเคราะห์รายข้อ พบว่ามีอำนาจจำแนกระหว่าง ๓.๖๑ - ๑๐.๑๓ ซึ่งมีความสำคัญที่ระดับ .๐๑

ซึ่งจะเห็นได้ว่า แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่นำมาใช้นี้ มีความเที่ยงตรง ตามโครงสร้างสูงพอสมควรแก่การเชื่อถือได้

๒.๒ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

๒.๒.๑ ลักษณะแบบทดสอบ

เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ไสว เลี่ยมแก้ว (๒๕๑๔ : ๑๔ - ๒๑)

๒ ฉบับ คือ ฉบับความเหมือน กับฉบับความหมายของเส้น ไสว เลี่ยมแก้ว และ โชติ เพชรชื่น (๒๕๑๔ : ๑๓ - ๒๑) ได้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อความจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ วอลลัส และ โคแกน ใช้ศึกษามาก่อนให้เหมาะกับสังคมไทย แบ่งเป็นสองจำพวกคือ พวกทดสอบ เกี่ยวกับภาษา (Verbal Task) กับพวกทดสอบเกี่ยวกับรูปภาพ (Figural Task)

พวกทดสอบเกี่ยวกับภาษาของ ไสว เลี่ยมแก้ว และ โชติ เพชรชื่น มี ๓ ฉบับด้วยกัน คือ

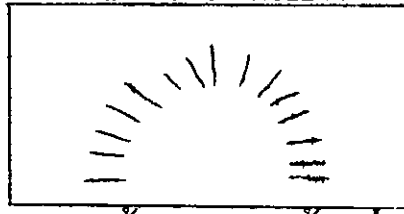
๒.๒.๑.๑ ฉบับประเภทเดียวกัน เป็นการให้ระลึกลึถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นพวกเดียวกัน ตัวอย่างเช่น "ให้บอกสิ่งที่ทำให้เกิดเสียงได้ มากี่มากที่สุดเท่าที่จะมากได้"

๒.๒.๑.๒ ฉบับประโยชน์ของสิ่งของ เป็นการให้ระลึกถึงประโยชน์ของสิ่งของที่กำหนดให้ว่ามีประโยชน์อะไร แก่ใครบ้าง เช่น "ให้บอกประโยชน์ของหนังสือพิมพ์มาในมากที่สุดเท่าที่จะมากได้"

๒.๒.๑.๓ ฉบับความเหมือน เป็นการให้ระลึกเปรียบเทียบในสิ่งที่เหมือนกันหรือคล้ายกันของสิ่งที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น "รถไฟและรถแทรกเตอร์ มีอะไรที่เหมือนกันหรือคล้ายกันบ้าง บอกมาในมากที่สุด"

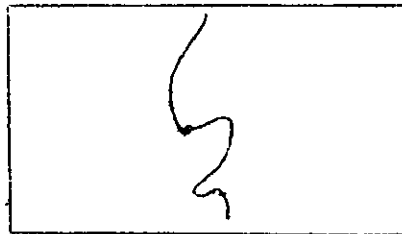
พวกทดสอบเกี่ยวกับรูปภาพ มี ๒ ฉบับด้วยกัน

๒.๒.๑.๔ ฉบับความหมายของภาพเส้น เป็นการให้พิจารณาภาพที่กำหนดให้ว่ามองเห็นเป็นรูปอะไร หรือคล้ายกับอะไรบ้าง ตัวอย่าง



ให้บอกว่าเป็นรูปอะไรบ้าง บอกมาในมากที่สุด

๒.๒.๑.๕ ฉบับความหมายของเส้น เป็นการพิจารณาภาพจากเส้นที่กำหนดให้ว่ามองเห็นเป็นรูปอะไร หรือคล้ายกับอะไรบ้าง ตัวอย่างเช่น



ให้บอกว่าเป็นรูปอะไรบ้าง บอกมาในมากที่สุด

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบความกิดสร้างสรรค์ของ ไสว เต็มแก้ว (๒๕๑๔)

๒ ฉบับ คือ แบบทดสอบความเหมือน จำนวน ๑๐ ข้อ ให้เวลา ๕๕ นาที และแบบทดสอบความหมายของเส้น จำนวน ๔ ข้อ ให้เวลา ๕๕ นาที

๒.๒.๒ วิธีทดสอบ ให้นักเรียนอ่านข้อความแล้วให้เขียนตอบว่ามีอะไรที่คล้ายกันหรือเหมือนกันบ้าง บอกมาในมากที่สุด สำหรับฉบับความเหมือน และให้ดูภาพจากเส้น แล้วให้

เขียนตอบว่าเห็นเป็นรูปอะไรบ้าง บอกมาให้มากที่สุด สำหรับนับความหมายของเส้น

๒.๒.๓ เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนของ ไสว เลี่ยมแก้ว (๒๕๑๔) มี ๒ อย่างคือ

๒.๒.๓.๑ คะแนนจำนวน หมายถึงจำนวนคำตอบของแต่ละข้อรวมกัน คิดคะแนนให้ข้อละ ๑ คะแนน คำตอบใดในแต่ละข้อที่มีความหมายในกลุ่มเดียวกัน ให้ถือเป็น ๑ คะแนน เช่น "อะไรบ้างที่กลม บอกมาให้มากที่สุด" ถ้าคำตอบเป็น โลก ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวพฤหัสบดี ดังนั้นให้เพียง ๑ คะแนนเท่านั้น เพราะจิตทิศทางเดียว แต่คำตอบว่า โลก มะนาว ภูเขา ไม้ ลูกตาลคำ นาฬิกา คำตอบเหล่านี้ได้มาจากความคิดหลายแง่มุมหลายทิศทาง จะให้คำตอบละ ๑ คะแนน

เกณฑ์สำคัญในการตรวจให้คะแนนคือ "ความเป็นปรนัย" กับ "ความเที่ยงตรง" ความเป็นปรนัยในที่นี้หมายถึงว่านักเรียนทุกคนได้รับการตรวจด้วยเกณฑ์เช่นนี้ตลอด ความเที่ยงตรงในที่นี้หมายถึงความเที่ยงตรงตามเจตนา หรือโครงสร้างของความคิดสร้างสรรค์ เช่น แม้จะตอบหลายหนแต่ทุกคำตอบเกี่ยวกับดาวทั้งนั้น ก็ให้เพียง ๑ คะแนน

๒.๒.๓.๒ คะแนนเอกลักษณ์ หมายถึงคำตอบใดในแต่ละข้อที่ไม่ซ้ำกับของคนอื่น ๆ ในตัวอย่างทั้งหมด คำตอบนั้นถือเป็นคำตอบเอกลักษณ์ ให้คำตอบละ ๑ คะแนน คะแนนเอกลักษณ์ของแต่ละข้อรวมกันเข้าเป็นคะแนนเอกลักษณ์ที่ได้ของแต่ละคน

แต่เนื่องจาก คำสับสนัพันธะระหว่างคะแนนจำนวนกับคะแนนเอกลักษณ์สูงอย่างมีนัยสำคัญ จะใช้คะแนนจำนวน หรือคะแนนเอกลักษณ์มาวิเคราะห์ ก็ได้ผลใกล้เคียงกัน (เชาวนา ยุทธสริยพันธ์, ๒๕๑๔ : ๒๑ ; ไสว เลี่ยมแก้ว, ๒๕๑๔ : ๓๑ - ๓๒, ๕๐ - ๕๑) ฉะนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงพิจารณาเฉพาะคะแนนจำนวนเท่านั้น

๒.๒.๔ คุณภาพของแบบทดสอบ

ไสว เลี่ยมแก้ว (๒๕๑๔ : ๒๕) และ อรทัย เสริมฐิติโก (๒๕๑๔ : ๓๒ - ๓๓) รายงานค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไว้ดังตาราง ๑

ตาราง ๑ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบแบบต่าง ๆ	ค่าความเชื่อมั่นที่ไสวพบ	ทอรัยพบ
ความเหมือน - คะแนนจำนวน	.๕๐๐	.๘๘๑
ความเหมือน - คะแนนเอกลักษณ์	.๗๗๔	.๖๔๓
ความหมายของเส้น - คะแนนจำนวน	.๘๕๔	.๕๑๐
ความหมายของเส้น - คะแนนเอกลักษณ์	.๗๓๒	.๗๖๕

๒.๓ แบบทดสอบการสร้างสิ่งก๊

๒.๓.๑ ลักษณะแบบทดสอบ

เป็นแบบทดสอบการสร้างสิ่งก๊ ของ นิติ สุวรรณศิริ (๒๕๑๕ : ๒๔ - ๓๔, ๑๐๐ - ๑๑๗) สองชุด คือ แบบทดสอบที่ใช้ถ้อยคำเป็นสิ่งเร้า ซึ่งได้แนวคิดมาจาก อันเดอร์วู้ด และ ริชาร์ดสัน เป็นจำนวน ๒๐ ข้อ กับแบบทดสอบที่ใช้รูปทรงเรขาคณิตเป็นสิ่งเร้า ซึ่งได้แนวคิดมาจาก ทากัทซ์ เป็นจำนวน ๔ ข้อ

๒.๓.๒ วิธีการทดสอบ

๒.๓.๒.๑ การทดสอบแบบที่ใช้ถ้อยคำเป็นสิ่งเร้า ให้นักเรียนพิจารณาคำนามที่ถือเป็นคำหลัก ว่ามีอะไร เป็นลักษณะเด่น แล้วให้พิจารณาเลือกคำที่เหลืออีก ๓ คำ ซึ่งมีลักษณะเด่น เช่นเดียวกับคำหลัก เมื่อเลือกได้แล้วให้บ่งควยว่า ลักษณะเด่นที่ใช้ในการเลือกคำคืออะไร

๒.๓.๒.๒ การทดสอบแบบที่ใช้รูปทรงเรขาคณิตเป็นสิ่งเร้า ผู้วิจัย และ นิติ สุวรรณศิริ ชี้แจงให้นักเรียน เข้าใจลักษณะของสิ่งเร้า ลักษณะกระดาคาตอบ และวิธีตอบ โดยเริ่มจากลักษณะของสิ่งเร้าว่าประกอบไปด้วย

ลักษณะรูป เป็นรูปสามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยม
จำนวนรูป มี ๑ รูป หรือ ๒ รูป

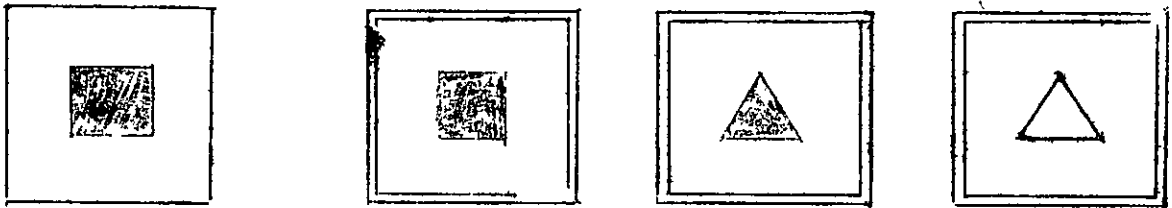
สีของรูป มี สีแดง หรือ สีเขียว น้ำทะเล และ

จำนวนเส้นรอบรูป มี ๑ เส้น หรือ ๒ เส้น

สิ่งเร้าที่เป็นหลัก (Focus Card) เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยตั้งใจไว้ว่าจะให้มีสิ่งกีดขวางปรากฏอยู่ อันอาจจะเป็นลักษณะหนึ่งลักษณะใดใน ๔ ลักษณะ คือ รูปสามเหลี่ยม, รูปสี่เหลี่ยม, จำนวน ๑ รูป, จำนวน ๒ รูป, สีแดง, สีเขียว, เส้นรอบรูป ๑ เส้น หรือ เส้นรอบรูป ๒ เส้นก็ได้

ส่วนสิ่งเร้าอันคับ ๒, ๓ และ ๔ ที่ตามมาจะเป็นเรื่องช่วยให้นักเรียนเลือกลักษณะที่จะเป็นสิ่งกีดขวางของสิ่งเร้าที่เป็นหลักในแต่ละชุดได้ ดังตัวอย่าง

ภาพประกอบ ๔ ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการสร้างสิ่งกีดขวาง โดยใช้สิ่งเร้าแบบรูปทรงเรขาคณิต ประเภทสิ่งเร้าทั้งหมดมีลักษณะที่ถูกต้องรวมอยู่ด้วย (สิ่งเร้าเชิงนิมิต)

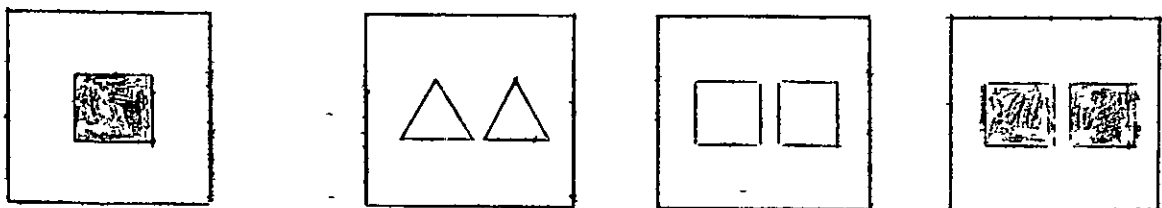


 แทนสีเขียว

 แทนสีแดง

สิ่งที่เป็นสิ่งกีดขวางของสิ่งเร้าชุดนี้ คือ จำนวน ๑ รูป

ภาพประกอบ ๕ ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการสร้างสิ่งกีดขวาง โดยใช้สิ่งเร้าแบบรูปทรงเรขาคณิต ประเภทมีสิ่งกีดขวางปรากฏอยู่บนสิ่งเร้าที่เป็นหลักเท่านั้น สิ่งเร้าที่เหลือเป็นเชิงนิเสธ (คือลักษณะใดที่ปรากฏในสิ่งเร้าที่เหลือจะเป็นเรื่องแสดงว่าเป็นสิ่งที่ไม่ใช่สิ่งกีดขวาง)



 แทนสีเขียว

 แทนสีแดง

สิ่งที่เป็นสิ่งกีดขวางของสิ่งเร้าชุดนี้ คือ จำนวน ๑ รูป

ส่วนลักษณะของกระดาษคำตอบ จะเป็นดังภาพประกอบ ๑๐

ภาพประกอบ ๑๐ - ลักษณะกระดาษคำตอบ เมื่อทดสอบด้วยสิ่งเร้าแบบรูปทรงเรขาคณิต

ข้อ ข้อที่	บัตร ใบที่	ลักษณะรูป		จำนวนรูป		สีของรูป		จำนวนเส้นรอบรูป		คำตอบ
				๑ รูป	๒ รูป	แดง	เขียว	๑ เส้น	๒ เส้น	
๑	๑									
	๒									
	๓									
	๔									

วิธีตอบ เมื่อผู้ทดลองแสดงบัตรใบที่ ๑ ให้นักเรียนดู นักเรียนจะต้องเลือกคิดเอาว่าลักษณะ (มีค้อย) ไค เพียงลักษณะเดียว ที่น่าจะเป็นคำตอบหรือสังกัดกับของสิ่งเร้า เลือกลักษณะใดเอาไว้ ก็ให้กาเครื่องหมาย X ลงบนกระดาษคำตอบให้ตรงกับช่องบอกเลขที่อันดับของสิ่งเร้า และช่องบอกลักษณะอันนั้น เมื่อแสดงบัตรใบที่ ๒, ๓ และ ๔ ให้ดูตามลำดับ นักเรียนจะต้องพิจารณาต่อไปว่าลักษณะต่าง ๆ ที่คอยหะยอยปรากฏออกมาจะสนับสนุนการคาดคะเนของนักเรียนในครั้งแรกหรือไม่ ถ้าสนับสนุนก็ให้กาตรงลักษณะนั้นต่อไป ถ้าไม่สนับสนุนก็ให้เปลี่ยนไปกาลักษณะอื่นที่มีอยู่ในบัตรใบที่ ๑ และนักเรียนเห็นว่าน่าจะเป็นคำตอบที่ถูกต้องแทน หากแนวการคิดของนักเรียนถูกต้องแล้ว ตำแหน่งของบอกลักษณะที่นักเรียนกาลงไป เป็นอันดับสุดท้ายจะเป็นคำตอบอันถูกต้องที่ต้องการ

๒.๓.๓ เกณฑ์การให้คะแนน

จะมีการตรวจให้คะแนนเป็นสี่แบบ คือ

๒.๓.๓.๑ คะแนนสังกัดสัมพันธ์ (Ideal Strategy)

ถ้านักเรียน ภา เครื่องหมายลงในตำแหน่งที่บอกลักษณะซึ่งปรากฏอยู่ในสิ่งเราทุกชั้นสำหรับสิ่งเราเชิงนิมาน (ดังรูปที่ ๑) หรือลักษณะที่ปรากฏอยู่ในสิ่งเราที่เป็นหลักเพียงใบเดียวสำหรับสิ่งเราเชิงนิเสธ (ดังรูปที่ ๒) ซึ่งถื่อนักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่แสดงให้ดูมาเป็นประโยชน์ในการคิดได้ จะโคะแนสกับสัมพันธ์ ๑ คะแนน ต่อการภาเครื่องหมายอยู่ที่ ๑ ครั้ง

๒.๓.๓.๒ คะแนนสกับสัมพันธ์ (Conservative Strategy)

ถ้านักเรียนภาเครื่องหมายลงในตำแหน่งบอกลักษณะที่ถูกของสำหรับสิ่งเรา อันคืบโคอันคืบหนึ่ง เพียงกรนี้เดียว ซึ่งหมายความว่านักเรียนไม่อาจรวบรวมความรวาข้อมูลทั้งหมดมาให้เป็นประโยชน์ต่อการคิดได้ คงไซ้เศษขอเท็จจริงที่ปรากฏอยู่เบื้องหน้าเท่านั้น จะโคะแนสกับสัมพันธ์ ๑ คะแนน ต่อ ๑ เครื่องหมาย

๒.๓.๓.๓ คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ (Perceptual Error)

ถ้านักเรียนภาเครื่องหมายลงไปบนตำแหน่งบอกลักษณะที่ไม่มีตัวโคสนับสนุนเลย นักเรียนจะโคะแนสความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ ๑ คะแนน ต่อ ๑ เครื่องหมาย

๒.๓.๓.๔ คะแนนคำตอบถูก

ถ้านักเรียนบอกลักษณะที่เป็นสกับอันถูกต้องตามเงื่อนไซ้ได้ ก็จะโคะแนสคำตอบถูกอีก ๑ คะแนน ต่อ ๑ ขอ

๒.๓.๔ คุณภาพของแบบทดสอบ

จากผลการทดลองสอบและวิเคราะห์แบบทดสอบที่ นิติ สุวรรณศิริ (Lscs) รายงานไว้พบว่า สำหรับแบบทดสอบที่ใช้ถ้อยคำเป็นสิ่งเรา เมื่อหาอำนาจจำแนกโดยวิธีจัดเรียงสกับคะแนนรวมจากสูงไปต่ำ ตัดเอา ๓๐ % ของกลุ่มที่โคะแนสสูง และที่โคะแนสต่ำมาวิเคราะห์ความแตกต่าง โดยใช้ t - test ได้ $t = 1.78$ ($df = 42$) และความเชื่อมั่นที่หาโดยการจัดแยกคะแนนจากข้อสอบออกเป็น ๒ กลุ่ม ข้อค และข้อคิ แล้วคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสองกลุ่ม แล้วใช้สูตรปรับขยายของ สเปียร์แมน - บราวน์ คำนวณหาความเชื่อมั่นของข้อทดสอบทั้งสองฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) = .873

ส่วนแบบทดสอบที่ใช้รูปทรงเรขาคณิตเป็นสื่อเรานั้น ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เมื่อเรียงคะแนนคำตอบถูกเป็นเกณฑ์จัดเรียงลำดับคะแนนของนักเรียนจากสูงลงไปต่ำ แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ กลุ่มละ ๓๐ % ของนักเรียนทั้งหมด ใช้ t - test ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสอง ผลปรากฏว่า คะแนนคำตอบถูก $t = 3.815$ ($df = 58$) คะแนนสั่งกับสัมพันธ์ $t = 2.6125$ ($df = 58$) และคะแนนคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ $t = 2.502$ ($df = 58$) มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ส่วนคะแนนสั่งกับสัมพันธ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .๑ ($t = 1.92$, $df = 58$)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้วิธีแบ่งข้อทดสอบเป็นข้อคู่กับข้อคี่ (Split-Half) แล้วคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนข้อคู่กับข้อคี่เหล่านั้น แล้วใช้สูตรปรับขยายของ สเปียร์แมน - บราวน์ คำนวณค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งหมด ผลปรากฏว่า

คะแนนสั่งกับสัมพันธ์ มีความเชื่อมั่น (r_{tt}) = .825

คะแนนสั่งกับสัมพันธ์ มีความเชื่อมั่น (r_{tt}) = .854

คะแนนความคลาดเคลื่อน มีความเชื่อมั่น (r_{tt}) = .843

การสร้างสไลด์เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบการสร้างสัมพันธ์กับชนิดใช้รูปทรงเรขาคณิตเป็นสื่อ

เนื่องจากวัสดุการสอบประเภทฉายจำพวกสไลด์อาจทำให้เกิดความสับสนในการใช้ และเก็บรักษาได้ (สมพงษ์ ศิริเจริญ และคณะ ๒๕๐๖ : ๓๓) และช่วยดึงดูดความสนใจจากนักเรียน (Keisler, 1960 : 310 - 315) ผู้วิจัยจึงได้ทดลองจัดทำแบบทดสอบการสร้างสัมพันธ์กับชนิดใช้รูปทรงเรขาคณิตของ นิติ สุวรรณศิริ นั้นให้เป็นชุดสไลด์ ซึ่งมีลักษณะเป็นภาพโปรยแสง สี ขนาดรวมทั้งกรอบภาพภายใน ๒ นิ้ว x ๒ นิ้ว และมีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้ คือ

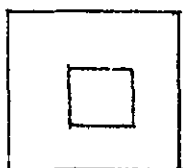
๑. ตัดแบบ (Cut Out) ด้วยกระดาษแข็งสีเทาแก่ ทำเส้นกรอบรูป ตัดแบบรูปสามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม ด้วยกระดาษแข็งสีแดงสด อย่างละสองรูป ตัดแบบรูปทั้งสองด้วยกระดาษแข็งสีเขียวหน้าทะเล อย่างละสองรูป และเตรียมกระดาษแข็งสีฟ้าอ่อนสำหรับทำ เป็นพื้นรองและฉากหลัง

๒. จัดเรียงแบบรูปทั้งหลายตามลักษณะรูปข้างล่างนี้แล้วถ่ายภาพ (Copy) ด้วยฟิล์มชนิด Reversal Film ขนาด ๓๕ มม. สำหรับทำภาพโปรยแสงเป็นจำนวนต่าง ๆ กัน

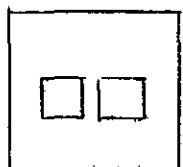
ตามจำนวนเลขที่กำกับไว้ (ถ่ายเมื่อเก็บไว้ลักษณะละ ๑ กรอบภาพควย) คือ

( แทนสี่แฉก

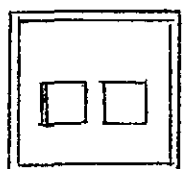
 แทนสี่เหลี่ยม



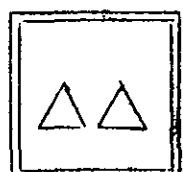
๔ กรอบภาพ



๓ กรอบภาพ



๓ กรอบภาพ



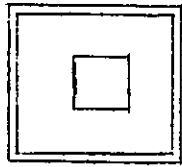
๓ กรอบภาพ



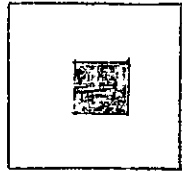
๒ กรอบภาพ



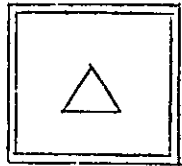
๔ กรอบภาพ



๒ กรอบภาพ



๒ กรอบภาพ



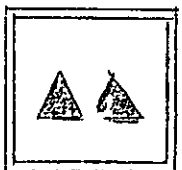
๒ กรอบภาพ



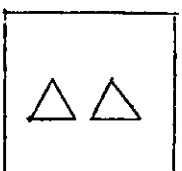
๓ กรอบภาพ



๓ กรอบภาพ



๔ กรอบภาพ



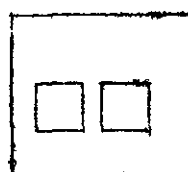
๓ กรอบภาพ



๔ กรอบภาพ



๑ กรอบภาพ



๑ กรอบภาพ

๓. นำฟิล์มที่ถ่ายทำเสร็จเรียบร้อยแล้วไปล้างเป็นสไลด์ นำฟิล์มมาตัด และฉีกเข้ากรอบ ขนาด ๒ นิ้ว x ๒ นิ้ว

๔. ทดลองนำแผ่นสไลด์ที่ได้นามายก เพื่อตรวจสอบภาพและแก้ไขปรับปรุง หรือ จัดทำใหม่

๕. นำสไลด์ทั้ง ๔๔ แผ่น มาเรียงตามลักษณะเงื่อนไขของแบบทดสอบที่ใช้รูปทรงเรขาคณิต เป็นสิ่งเร้า พร้อมทั้งจะนำออกใช้ทดสอบได้

การทดสอบควยสไลด์ จะต้องใช้เครื่องฉายสไลด์และจอรับภาพเป็นชุดคู่กับชุดแบบทดสอบ ที่สร้างเป็นสไลด์ด้วย

ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของชุดแบบทดสอบเมื่อสร้างเป็นสไลด์แล้ว

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบทดสอบการสร้างสิ่งเร้าที่มีรูปทรงเรขาคณิตเป็นสิ่งเร้า ชุดที่ สร้างเป็นสไลด์ จากการสอบก่อนสอนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่าค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเมื่อเรียงคะแนนแล้วแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มสูง กลุ่มค่า กลุ่มละ ๒๕ % ของ นักเรียนทั้งหมด ใช้ t - test ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสองผลปรากฏว่า

คะแนนคำตอบถูก $t = 11.5725^{**}$ ($df = 36$)

คะแนนสั่งกับสัมพันธ์ $t = 24.3169^{**}$ ($df = 36$)

คะแนนสั่งกับสัมพันธ์ $t = 8.083^{**}$ ($df = 36$)

คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ $t = 6.8786^{**}$ ($df = 36$)

คะแนนทุกประเภทมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $.00$ แสดงว่าแยกแยะ

ความสามารถในการสร้างสั่งกับใจจริง

ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเมื่อสร้างเป็นสไลด์ที่หาได้สองวิธี คือ วิธีแบ่งครึ่ง
ข้อทดสอบออกเป็นข้อคู่กับข้อคี่ (Split-Half) แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
ข้อคู่กับข้อคี่เหล่านั้น แล้วใช้สูตรปรับขยายของ สเปียร์แมน - บราวน์ คำนวณค่าความเชื่อมั่น
ของข้อสอบทั้งสองฉบับ กับที่หาจากวิธีใช้สูตร Coefficient Alpha (Cronbach)
(Thorndike, 1971 : 411 - 415) ผลที่ได้ปรากฏดังตาราง ๒

ตาราง ๒ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการสร้างสั่งกับเมื่อสร้างเป็นสไลด์

คะแนน	ความเชื่อมั่นหาด้วย วิธีแบ่งครึ่ง	ความเชื่อมั่นหาจากสูตร Coef. Alpha ของ Cronbach
สั่งกับสัมพันธ์	.๘๑๖๙	.๗๑๗๙
สั่งกับสัมพันธ์	.๗๘๔๖	.๖๑๕๐
ความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้	.๗๙๐๑	.๕๖๗๓
คำตอบถูก	.๗๘๒๑	.๖๖๗๔
หาค่า t เปรียบจากตาราง (Fisher's Z)	.๗๙๓๒	.๖๔๕๕

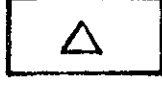
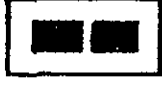
บันทึกท้ายบทที่ ๒

๑. รูปแบบการสอน = โครงหน้การสอน = Teaching Model

๒. พฤติกรรมที่คาดหวัง (Performance Term, Expected Performance, Behavioral Term) เป็นการแสดงสิ่งทีักเรียนจะกระทำไ้เมื่อเรียนบทเรียนแต่ละบทเรียนแล้ว เช่น บอกชื่อ ให้คำนิยาม บรรยาย หาคความแตกต่าง (หรือคล้ายคลึง) ออกแบบ หรือ สร้าง เป็นต้น เมื่อกล่าวพฤติกรรมที่คาดหวังร่วมกับสถานการณ์ที่กำหนด (Situation, Testing Situation) ให้นักเรียนเพื่อให้ทำสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น และขึ้นกำหนดการยอมรับพฤติกรรมเหล่านั้นว่าพอใช้ไ้ (The Qualifying Term, Acceptance Level Statement) เพื่อจะได้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบในการประเมินว่านักเรียนกระทำไ้ถึงวัตถุประสงค์ที่ปรารถนาหรือไม่ ก็จะส่งผลเกื้อกูลแก่กันและกันเป็นอย่างดีในการสอน วัตถุประสงค์ของการสอนที่กล่าวไว้รัดกุมชัดเจนตลอดทั้งด้าน สถานการณ์ - พฤติกรรม ที่คาดหวัง - และขึ้นกำหนดการยอมรับพฤติกรรม เช่นนี้อาจเรียกไ้ว่าเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Andersen, 1972 : 49 - 54 ; Weigand, 1971 ; 43 - 80 ; วราภรณ์ ศัยโสภาส, ๒๕๑๕)

๓. คำเหล่านี้ใช้ตามศัพท์เฉพาะที่ นิติ สุวรรณศิริ ใช้อยู่ในงานวิจัยของเขา (นิติ สุวรรณศิริ, ๒๕๑๕ : ๒๒, ๓๒ - ๓๔)

๔. การเรียงชุดแบบทดสอบการสร้างสังกัที่ใชรูปทรงเรขาคณิตเป็นลั้เร้า เรียงตามลำดับ โดยถือลั้เร้าแรกในแต่ละชุดเป็น Focus Card ดังนี้ (☐ แทนลั้แฉก ☒ แทนลั้เขียว)

0				
00				
1				
2				
3				
4				
000				
0000				
5				
6				
7				
8				

บทที่ ๓

วิจัย

การทดลอง เพื่อศึกษาลักษณะการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเพื่อความคิดสร้างสรรค์
การสร้างสิ่งกับและความคิดแบบสืบสวนสอบสวนนี้ ได้ทำ เป็นการมาดังนี้คือ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปีการศึกษา
๒๕๑๔ ของโรงเรียนสาธิตนำทิพย์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ อำเภอพระโขนง
จังหวัดพระนคร จำนวน ๑๐๘ คน เป็นกลุ่มทดลองที่ ๑ จำนวน ๓๓ คน ชาย ๒๒ คน
หญิง ๑๑ คน กลุ่มทดลองที่ ๒ จำนวน ๓๓ คน ชาย ๑๔ คน หญิง ๑๙ คน และกลุ่มควบคุม
จำนวน ๓๒ คน ชาย ๒๑ คน หญิง ๑๑ คน

คณะผู้วิจัยได้ตกลงเลือกโรงเรียนสาธิตนำทิพย์เป็นโรงเรียนที่จะทำการทดลองศึกษาค้นคว้า
ตามลักษณะ เพอร์โพสิฟ ซีเลคชั่น (Purposive Selection) (Cochran, 1963 :
11 จาก พจน์ จันทวีระกุล, ๒๕๑๕ : ๒๓) เนื่องจากได้พิจารณาเห็นพ้องกันว่าโรงเรียน
นี้ชั้นเรียนมากพอแก่การศึกษาค้นคว้า เป็นโรงเรียนสหศึกษา อยู่ในย่านที่ไม่ใช่ใจกลางเมือง
และไม่ไกลจนถึงชานเมือง และทราบมาว่าไม่ได้นำชั้นเรียนตามผลของการเรียน แต่ใช้วิธีคัดเลือก
คือผู้ที่สอบไล่ได้อันดับที่หนึ่งในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ จะเข้าอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗/๑ ผู้ที่สอบไล่ได้อันดับ
ที่สองจะเข้าอยู่ในห้อง ๗/๒ ไปจนกระทั่ง คนที่ ๑๒ อยู่ ห้อง ๗/๑๒ จากนั้นจะเรียงกลับโดย
ในคนที่สอบไล่ได้ ๑๓ อยู่ห้อง ๗/๑๒ คนที่ ๑๔ อยู่ห้อง ๗/๑๑ เรียงย้อนกลับไปกลับมาเช่นนี้จนหมด
จะเห็นได้ว่า วิธีการดังกล่าวเป็นการช่วยให้แต่ละห้องมีนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียน
ปาน ๆ กัน นอกจากนั้นโรงเรียนนี้ยังอยู่ใกล้กับวิทยาลัยวิชาการศึกษา สามารถไป - กลับจาก
การสอนได้สะดวก และโรงเรียนก็ยังได้ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในการทดลองสอนเพื่อการศึกษา
ค้นคว้าครั้งนี้เป็นอย่างดี

จากผลการจับฉลาก จึงเหลือชั้นเรียนทั้งสามชั้นสำหรับเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา
คนควาครั้งนี้คงไกลลามาแล้วชางตน

เนื้อหาที่สอน

ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ
ในเนื้อเรื่องเกี่ยวกับพลังงานเชื้อเพลิง ไฟฟ้า และสิ่งมีชีวิต

เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการสอน
อย่างหนึ่ง และเครื่องมือสำหรับใช้สอบวัดสมรรถภาพทางสมองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลอีกอย่างหนึ่ง
(รายละเอียดคุณสมบัติ ๒)

๑. เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการสอน อุปกรณ์บางชุด คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง
บางชุดขอยืมจากแผนกเคมี และแผนกฟิสิกส์ ของวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร และ
บางชุดใช้ของห้องวิทยาศาสตร์โรงเรียนสายน้ำทิพย์

๑.๑ สำหรับกลุ่มทดลองที่ ๑

ใช้เครื่องมือและชุดการสาธิต - ทดลองต่าง ๆ สำหรับหน่วยการสอนที่เป็น
Model C และวัสดุการสอนประเภทหนึ่ง แผนภาพ และ แผนภูมิต่าง ๆ
สำหรับหน่วยการสอนที่เป็น Model B (ส่วน Model A นั้นใช้การเล่าเรื่องหรือการสมมติ
สถานการณ์ต่าง ๆ)

๑.๒ สำหรับกลุ่มทดลองที่ ๒

หน่วยการสอนที่เป็น Model A กับ Model C นั้นใช้เครื่องมือ ชุดการสาธิต -
ทดลอง หรือสถานการณ์ต่าง ๆ เช่นเดียวกับ กลุ่มทดลองที่ ๑ แต่สำหรับ Model B นั้น
ใช้วัสดุการสอนประเภทกาย ซึ่งไม่มีเป็นภาพสไลด์ ขนาด ๒ นิ้ว x ๒ นิ้ว

๑.๓ สำหรับกลุ่มควบคุม

ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานการณ์ต่าง ๆ ตามวิธีที่ใช้สอนกันอยู่ตามปกติ

๒. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

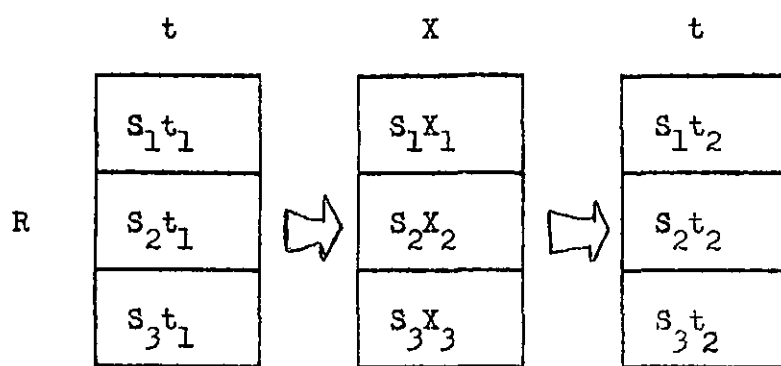
- ๒.๑ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบของ ไสว เลี่ยมแก้ว (๒๕๑๔) สองฉบับคือ แบบทดสอบความเหมือน และแบบทดสอบความหมายของเส้น
- ๒.๒ แบบทดสอบการสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบของ นิธิ สุวรรณศิริ (๒๕๑๕) สองชุดคือ แบบทดสอบที่ใช้ถ้อยคำ เป็นสิ่งเร้า กับแบบทดสอบที่ใช้รูปทรงเรขาคณิตระนาบ เป็นสิ่งเร้าซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงแบบทดสอบชุดหลังนี้ให้เป็นสไลด์
- ๒.๓ แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เป็นแบบทดสอบของ บุญลือ ทองอยู่ และ อรทัย เชมรุสสุโก (๒๕๑๔) สองฉบับคือ แบบทดสอบชนิดรูปภาพ และแบบทดสอบชนิดข้อความ

กระบวนการทดลอง

คณะผู้วิจัยตามโครงการสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้ใช้เวลาทั้งหมดสองภาคเรียนคือ ภาคต้นและภาคกลาง ปีการศึกษา ๒๕๑๔ สอนสัปดาห์ละ ๓ ชั่วโมง ตามตารางสอนเท่ากันกับ กลุ่มควบคุม

การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ ก็ใช้แบบทดสอบที่จะใช้วัดตัวแปรที่ต้องการศึกษา ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่ม ตามแนวจากคู่มือคำ เน้นการสอบของแบบทดสอบแต่ละฉบับ และแบ่ง การสอบเป็นสองครั้ง ครั้งแรกเป็นการสอบก่อนสอน (Pretest) ครั้งที่สองเป็นการสอบภายหลัง จากทดลองสอนเสร็จแล้ว (Posttest) หลังจากนั้นก็นำผลการสอบมาตรวจวิเคราะห์ และ วิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ เพื่อพิสูจน์ทดสอบสมมติฐานต่อไป

สำหรับกรณีกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้า นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอน กลุ่มทดลองที่ ๑ และกลุ่มทดลองที่ ๒ ควบตนเองพร้อม ๆ ไปกับครูประจำชั้นเดิมที่สอนกลุ่มควบคุม แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม ควบเครื่องมือชนิดเดียวกันดังภาพประกอบ ๑๒



R	แทน	การสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่าง
s_1	แทน	กลุ่มควบคุม
s_2	แทน	กลุ่มทดลอง ๑
s_3	แทน	กลุ่มทดลอง ๒
t_1	แทน	การสอบก่อนสอน
t_2	แทน	การสอบหลังสอน
X_1	แทน	การสอนตามแบบปกติที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป
X_2	แทน	การสอนแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลอง ๑
X_3	แทน	การสอนแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลอง ๒

ภาพประกอบ ๑๒ แผนแบบการทดลอง

การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลใช้เวลาทั้งหมด ๑๕ สัปดาห์ เริ่มตั้งแต่ ๑ กันยายน ๒๕๑๔ จนถึง ๒๕ พฤศจิกายน ปีเดียวกัน ๑ สัปดาห์แรกเป็นการทดสอบก่อนสอน ๑ สัปดาห์สุดท้ายเป็นการทดสอบภายหลังจากเสร็จสิ้นการสอน ด้วยแบบทดสอบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ประมาณ ๑๑ สัปดาห์เศษ ระหว่างนั้นเป็นการสอนสองแบบ คือ แบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลอง และแบบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปในกลุ่มควบคุม

ตาราง ๓ ตารางสอนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มนี้

วัน \ เวลา	๘.๑๕	๙.๑๕	๑๐.๑๕	๑๑.๑๕	๑๒.๑๕	๑๓.๑๕	๑๔.๑๕	๑๕.๑๕
จันทร์		ทล. ๑	คค.			ทล. ๒		
อังคาร	คค.					ทล. ๑	ทล. ๒	
พุธ								
พฤหัสบดี		ทล. ๒	คค.			ทล. ๑		
ศุกร์								

เมื่อ
 ทล. ๑ แทน กลุ่มทดลองที่ ๑
 ทล. ๒ แทน กลุ่มทดลองที่ ๒
 คค. แทน กลุ่มควบคุม

เนื่องจากนักเรียนไทยไม่คุ้นกับการเรียนการสอนชนิดที่ต้องคิดไปตัวนอกจากการจำ และขาดสมรรถภาพในการซักถามและอภิปราย (กอ สวัสดิพิพากษ์, ๒๕๑๔ : ๓๖ ; วิบุต วิเชียรโชติ, ๒๕๑๓ ก : ๗๕-๑๐๐) ดังนั้นจึงต้องมีการฝึกการใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนในการเรียนการสอนเป็นพิเศษด้วย กล่าวคือ

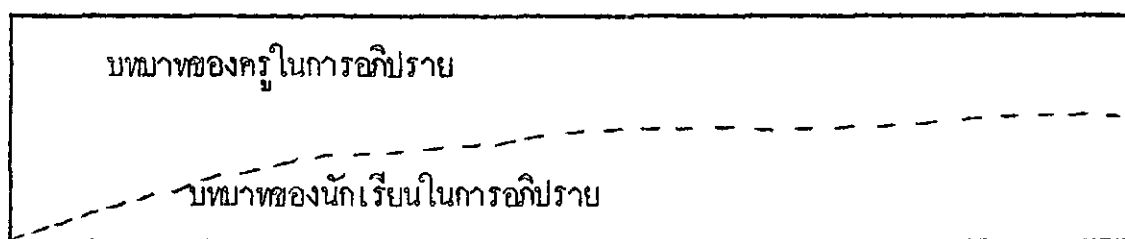
ชั่วโมงแรกของการทดลองสอน ผู้วิจัยทำตัวให้เป็นกันเองกับนักเรียน แล้วชี้ให้เห็นแนวทางการคิดเพื่อหาสิ่งก้ำกึ่ง และหลักการบางอย่างรวมทั้งกุศโลบายการถาม พร้อมกับแสดงตัวอย่างประกอบ ต่อจากนั้นฝึกให้นักเรียนคิด และถามจากสถานการณ์ทั้งหลาย เพื่อหาข้อสรุปต่าง ๆ เป็นแนวทางการเรียนการสอนต่อไป จัดรูปให้นักเรียนมาดูภายหลังเพื่อเขียนแนวคำถามเพื่อหาข้อสรุปบางประการจากรูปเหล่านั้น ตลอดจนแนวทางการสร้างสรรค์ หรือนำข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

ให้นักเรียนเริ่มเห็นความสำคัญว่าตนเองควรจะมีส่วน^๑ตนเองมากขึ้นในการเรียนการสอน และในการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้ นักเรียนจะได้รับโอกาส^๒ นำ ตัวเองมากขึ้นจริง ๆ

ชั่วโมงถัดไป^๓ผู้วิจัย "สอน" ตามโครงแบบการสอน โดยผู้วิจัยถามและตอบให้ดูเป็นตัวอย่าง แต่ชั่วโมงถัดไป ถัดไป ผู้วิจัยจะเริ่มถามน้อยลง พยายามเร้า^๔ผู้ให้นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ๆ ตามลำดับ ดังภาพโครงแบบความคิด โดยสังเขปข้างล่าง

(ชั่วโมงต้น ๆ)

(ชั่วโมงหลัง ๆ ต่อมา)



ภาพประกอบ ๓๓ โครงแบบความคิดแสดงการพยายามให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์มากขึ้น

ข้อสำคัญก็คือทุกครั้งของการสอน ผู้วิจัยจะเข้าถึงขอบเขตการสืบสวนสอบสวนในฐานะเป็นเครื่องมือในการสืบค้นแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอยู่เสมอ เน้นทักษะพื้นฐานของขอบเขตการวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต และการใช้ขอบเขตการวิทยาศาสตร์ใหม่ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ส่วนปัญหาเป็นห่วงในการดำเนินการทดลองสอนครั้งนี้ คือรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหา (ความจำ) ที่นักเรียนอาจจะเกรงว่าไม่พอแก่การนำไปใช้ตอบข้อสอบต่าง ๆ อื่น ๆ ที่อาจเน้นในค่านเนื้อหาได้แก้ปัญหาโดยใช้วิธีกำหนดงานให้นักเรียนทำนอกเวลาเพิ่มเติมบ่อย ๆ และการทดสอบย่อยในชั้นเรียน เพื่อจะให้นักเรียนค้นคว้าอยู่เสมอ ทั้งในค่านเนื้อหาและวิธีการควบคุมกันไป

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนใหญ่ได้รับความร่วมมือจาก ธงชัย ทองนิม เป็นผู้เขียนโปรแกรม และนำไปใช้เครื่องจักรสมองกลคำนวณหาสถิติพื้นฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และอัตราส่วนวิกฤติ

เพื่อการ เปรียบเทียบความแตกต่างและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่อไป

ลำดับวิธี วิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้ คือ

๑. เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งก๊ป และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ที่ได้จากการทดสอบก่อนสอน และที่ได้จากการทดสอบหลังสอนของกลุ่มเดียวกัน จากอัตราส่วนวิกฤติ (Critical Ratio) โดยใช้สถิติการเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มเดียวกัน (t - test Dependent) (MacNemar, 1959 : 109)

๒. เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งก๊ป และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ของกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ จากอัตราส่วนวิกฤติ ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนการทดสอบหลังสอน และคะแนนการทดสอบก่อนสอน (Analysis of Covariance) ถ้าพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็คำนวณหาอัตราส่วนวิกฤติโดยใช้สถิติการปรับค่าของคะแนนที่ได้จากการทดสอบภายหลังสอน ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การถดถอยของคะแนนการทดสอบภายหลังสอน เนื่องจากคะแนนการทดสอบก่อนสอน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละกลุ่ม (t - test ของคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้ว) ต่อไป (Lindquist, 1956 : 317 - 327)

๓. เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนการทดสอบหลังสอน จากคะแนนการทดสอบก่อนสอน จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งก๊ป และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ของกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ จากอัตราส่วนวิกฤติ (One-way Analysis of Variance Simple Randomized Design) ของคะแนนพัฒนาการของตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างกลุ่ม (Lindquist, 1956 : 56) ถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็คำนวณหาอัตราส่วนวิกฤติของคะแนนพัฒนาการที่เปรียบเทียบกันระหว่างสองกลุ่ม (t - test Independent) ต่อไป (Edwards, 1958 : 104)

๔. การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ คือ ความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งก๊ป และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบ โปรคต์ท์ โมเมนต์ คอรีเลชัน (Garrett, 1966 : 143)

บันทึกท้ายบทที่ ๓

๑. ตามแผนการศึกษาชาติ นักเรียนชั้นประถมปีที่ ๘ จะมีอายุราว ๑๓ ปี อยู่ในระยะพัฒนาการทางสมอง ตามทฤษฎีของ พียาเจต์ ในระหว่างขั้น Concrete Operations ต่อกับ Formal Operation (Weigand, 1971 : 5 - 27) มีความคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์ (Concept of Observation) ในด้านต่าง ๆ คือ จำนวน สาระ ความยาว พื้นที่ และน้ำหนัก มากพอแล้ว สามารถคิดย้อนกลับไปได้ เริ่มจะมีความคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์ในด้านปริมาตร การตั้งสมมติฐาน การจัดโครงสร้างเป็นหมวดหมู่ (Combinatorial Structure) และการทดลองสืบสวนสอบสวนโดยมีการควบคุมตัวแปรแล้ว นับว่าเหมาะในการเริ่มศึกษาทดลองเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งเป็นการสอนแบบให้คิด
๒. นอกจากกลุ่มตัวอย่างที่โรงเรียนสาธิตวิทยาลัแล้ว ผู้ร่วมวิจัยในโครงการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่วนหนึ่งยังได้ศึกษาและทดลอง เปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่โรงเรียนประถมสาธิต วิทยาลัย วิชาการศึกษาก็คล้าย

บทที่ ๔

การวิเคราะห์ข้อมูล

การ เสนอผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ จะได้นำเสนอไปตามลำดับ ดังนี้

๑. ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๒. ความคิดสร้างสรรค์

๓. ความสามารถในการสร้างสิ่งใหม่

ทั้งนี้โดยคำนึงถึงผลที่เกิดจากการสอนสองแบบ คือ การสอนแบบที่ใช้กันโดยทั่ว ๆ ไป สำหรับกลุ่มควบคุม และ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลองทั้งสอง ได้แก่การสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้ภาพและแผนภูมิใน Model B กลุ่มหนึ่ง กับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้สไลด์ใน Model B อีกกลุ่มหนึ่ง เป็นหลักในการพิจารณาวิเคราะห์ผลไปตามลำดับ และ

๔. การนำเสนอค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ความคิดความสามารถต่าง ๆ ทั้งสามประการนั้นเท่าที่ไพบจากการวิจัยครั้งนี้ว่าครั้งนี้อีกด้วย

สัญลักษณ์ที่ใช้

เนื่องจากการวิเคราะห์ผลดังที่จะกล่าวต่อไปนี้ เกี่ยวเนื่องกับค่าสถิติต่าง ๆ ตัวเลขและถ้อยคำยาว ๆ อยู่มาก ในที่นี้จึงได้ข้อกำหนดสัญลักษณ์ และอักษรย่อ เพื่อความสะดวกและความเข้าใจตรงกันในการสื่อความนึกดังนี้

X	แทน	คะแนนจากการสอบครั้งแรก (Pretest)
Y	แทน	คะแนนจากการสอบครั้งหลัง (Posttest)
d	แทน	ผลต่างของ X และ Y
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรก
$\bar{Y}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งหลัง

$\bar{Y}'$	แทน	ค่าที่ปรับแล้วจากคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งหลัง โดย คำนวณจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S^2	แทน	ความแปรปรวน
n	แทน	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
df	แทน	ขอบเขตหรือองศาแห่งความเป็นอิสระ
Sd	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความแตกต่างระหว่าง การทดสอบก่อนสอนและการทดสอบหลังสอน
$\frac{Sd}{N}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\frac{Sd}{N}$)
$\bar{D}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความแตกต่างระหว่างการทดสอบ ทั้งสองครั้ง
ss	แทน	ผลรวมของค่ากำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนน แต่ละคะแนนกับรายเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด (Sum Square)
sp	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างค่าความแตกต่างของ X จาก $\bar{X}$ และค่าความแตกต่างของ Y จาก $\bar{Y}$ (Sum Product)
ms	แทน	ผลเฉลี่ยระหว่าง ss กับ df
ss'	แทน	ผลรวมของค่ากำลังสองที่ปรับแล้ว
ms'	แทน	ผลเฉลี่ยระหว่าง ss' กับ df
b_w	แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยของ Y เนื่องจาก X
คค	แทน	กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามแบบที่ใช้กันโดยทั่วไป
ทล ๑	แทน	กลุ่มทดลองที่ ๑ สอนแบบสืบสวนสอบสวน และใช้ภาพหรือ แผนภูมิในกรณีที่มี Model B
ทล ๒	แทน	กลุ่มทดลองที่ ๒ สอนแบบสืบสวนสอบสวน และใช้สไลด์ ในกรณีที่มี Model B

สภจ	แทน	คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบความคิด แบบสืบสวนสอบสวนชนิดรูปภาพ
สภค	แทน	คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิด แบบสืบสวนสอบสวนชนิดรูปภาพ
สภจ	แทน	คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบความคิด แบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความ
สภค	แทน	คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิด แบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความ
สส - ม	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ฉบับความเหมือน
สส - ส	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ฉบับความหมายของเส้น
สพ	แทน	คะแนนสังกัดกับสัมพันธ (Ideal Strategy)
สภ	แทน	คะแนนสังกัดกับสัมเกท (Conservative Strategy)
คส	แทน	คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ (Perceptual Error)
ค	แทน	คะแนนคำตอบถูก
D	แทน	ผลทางของคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งหลัง จากคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรก
สกค	แทน	คะแนนการสร้างสังกัดกับเมื่อใช้โอกาสนี้ เป็นสิ่งเรา
Hr	แทน	สมมติฐานเพื่อการวิจัย (Research Hypothesis)
Ho	แทน	สมมติฐานสำหรับการทดสอบ (Null Hypothesis)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เลือกเฉพาะข้อมูลของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบครบทุกฉบับได้จากกลุ่มทดลอง ๑
๒๒ คน กลุ่มทดลอง ๒ ๓๓ คน และกลุ่มควบคุม ๒๗ คน โดยลัดทิ้งต่อไปนี้ คือ

๑. เกี่ยวกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๑.๑ พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๑.๑ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มขึ้น จะได้พิจารณาต่อไปจากข้อมูลในตาราง ๔ และตาราง ๕ ส่วนการพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๑.๒ ที่ว่า กลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มขึ้นอย่างมาก หรือไม่เช่นนั้น จะได้พิจารณาจากข้อมูลในตาราง ๔, ๕ และ ๖ ไปตามลำดับ

H_0 : คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มตัวอย่าง เมื่อทดสอบหลังสอนจะไม่แตกต่างจากเมื่อทดสอบก่อนสอน

H_a : คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มตัวอย่าง เมื่อทดสอบหลังสอนจะเพิ่มขึ้นจากเมื่อทดสอบก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง ๔ พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลอง ๑ เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สภจ (ภาพ-จำนวน)	54.6923	99.3846	44.6923	5.4476	8.2041**
สภค (ภาพ-คุณภาพ)	85.7308	156.5769	70.8462	8.1240	8.7206**
สคจ (ความ-จำนวน)	68.8846	78.5385	9.6538	3.3613	2.8721**
สคค (ความ-คุณภาพ)	91.8077	114.3846	22.5769	5.3130	4.2494**

** ($p < .01$)

ตาราง ๕ พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลอง ๒ เปรียบเทียบระหว่าง
คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สภจ	50.9565	78.0000	27.0435	4.3025	6.2855**
สภค	73.2174	123.1304	49.9130	5.6105	8.8963**
สภจ	55.1304	67.3913	12.2609	3.1152	3.9358**
สภค	81.3913	99.4348	18.0435	5.3751	3.3569**

** ($p < .01$)

ตาราง ๖ พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบระหว่าง
คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สภจ	76.8889	100.8889	24.0000	5.0550	4.7478**
สภค	114.3333	141.1852	26.8519	7.4326	3.6127**
สภจ	18.0370	85.1852	17.1481	2.4499	6.9995**
สภค	91.0370	111.8889	20.8519	3.5408	5.8889**

** ($p < .01$)

ผลจากตารางที่ ๔, ๕ และ ๖ แสดงการไม่ยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) แต่ยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_r) ซึ่งหมายความว่าผลการศึกษาค้างนี้สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๑ แต่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๒ คือ ในกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มนั้น คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อทดสอบหลังสอนจะเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อทดสอบก่อนสอนทุกกลุ่ม และในทุกฉบับ อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับสูงถึง .๐๑

๑.๒ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มทดลอง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ก. คะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ (สภจ)

เพื่อ พิสูจน์สมมติฐานข้อ ๑.๓ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๑.๔ ที่ว่า ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่น่าจะต่างกัน จึงได้นำคะแนน สภจ ทั้งที่ได้จากการทดสอบก่อนสอนและการทดสอบหลังสอนของทุกกลุ่มมาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ดังตาราง ๗

H_o : กลุ่มตัวอย่างมีคะแนน สภจ ไม่ต่างกัน

H_r : กลุ่มตัวอย่างมีคะแนน สภจ แตกต่างกัน

ตาราง ๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ

แหล่งความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ms _y	df	ms _y	F
ระหว่างกลุ่ม	10155.6278	5789.0457	7899.9690	4796.8519	2	2398.4259	3.9244*
ภายใน	34811.1616	25312.7436	62408.8205	44002.7991	72	611.1500	
รวมทั้งหมด	44966.7895	31099.7895	70308.7895	48799.6509	74		

* ($p < .05$)

ผลจากตาราง ๗ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_o) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_r) ว่าคะแนนจำนวนคำถาม (ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน) ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามนี้ต่างกันจริง แต่เนื่องจากยังไม่ทราบว่า เป็นการแตกต่างในระหว่างกลุ่มใดจึงต้องนำมากเปรียบเทียบกันต่อไปทีละคู่ โดยใช้คะแนนที่ปรับแล้วเป็นเกณฑ์

H_o : ก. คะแนน สภจ ของกลุ่มควบคุม (คค) ไม่ต่างจากของกลุ่มทดลอง ๑ (ทล ๑)

ข. คะแนน สภจ ของกลุ่มควบคุม (คค) ไม่ต่างจากของกลุ่มทดลอง ๒ (ทล ๒)

ค. คะแนน สภจ ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

Hr : ก. คะแนน สภจ ของ ทล ๑ มากกว่าของ คค

ข. คะแนน สภจ ของ ทล ๑ มากกว่าของ กก

ค. คะแนน สภจ ของ ทล ๑ กับ ทล ๒ ไม่แตกต่างกัน

ตาราง ๔ แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ เมื่อคำนวณปรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ แล้ว

$$\begin{aligned} b_w &= 25312.7436/34811.1616 \\ &= 0.7271 \end{aligned}$$

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}'$	t
ทล ๑	26	54.6923	99.6179	104.2961	} 2.6316* - .5162 -1.9773*
ทล ๒	23	50.9565	78.9496	85.6278	
คค	27	76.8889	100.8889	89.6614	
ทล ๑	26	54.6923	99.6179	104.2961	

* (p < .05)

ผลจากตาราง ๔ แสดงว่าจะต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ระหว่างกลุ่มควบคุม (คค) กับกลุ่มทดลอง ๒ (ทล ๒) ส่วนกรณีระหว่าง ทล ๑ กับ ทล ๒ และ ทล ๑ กับ คค จะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง เนื่องจากคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ (สภจ) ของ ทล ๑ มากกว่าของ ทล ๒ (p < .05) และ ทล ๑ มีคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพมากกว่า คค อย่างมีนัยสำคัญ (p < .05) อันเป็นการสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๓ สำหรับกลุ่มทดลอง ๑ แต่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๔ ทั้งนี้เมื่อคิดจากคะแนนจำนวนคำถาม (ความคิดแบบสับสนสับสน) จากฉบับรูปภาพ

และเพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๑.๕ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๑.๖ ที่ว่า ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลองทั้งสองน่าจะเพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกัน จึงได้นำคะแนนพัฒนาการ (ผลทางของคะแนนที่ทดสอบภายหลังสอน จากคะแนนที่ทดสอบก่อนสอน) ของแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ดังปรากฏในตาราง ๕

H_o : กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนพัฒนาการ สกจ ไม่แตกต่างกัน

H_a : กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนพัฒนาการ สกจ แตกต่างกัน

ตาราง ๕ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง	6481.5050	2	3240.7525	5.0773*
ภายในกลุ่มตัวอย่าง	46594.4950	73	638.2808	
ทั้งหมด	53076.0000	75		

* ($p < .05$)

ผลจากตาราง ๕ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_o) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_a) ที่ว่าพัฒนาการของคะแนนจำนวนคำถาม (ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน) ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) แต่เพื่อให้แน่ใจว่าความแตกต่างนี้มีอยู่ระหว่างกลุ่มตัวอย่างคู่ใดจึงต้องนำคะแนนของแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกับกันไปอีก ดังตาราง ๑๐

H_o : ก. พัฒนาการของคะแนน สกจ ของ คค ไม่ต่างกับของ ทล ๑

ข. พัฒนาการของคะแนน สกจ ของ คค ไม่ต่างกับของ ทล ๒

ค. พัฒนาการของคะแนน สกจ ของ ทล ๑ ไม่ต่างกับของ ทล ๒

- Hr : ก. พัฒนาการของคะแนน สภจ ทล ๑ มีมากกว่า คค
 ข. พัฒนาการของคะแนน สภจ ทล ๒ มีมากกว่า คค
 ค. พัฒนาการของคะแนน สภจ ทล ๑ กับ ทล ๒ ไม่แตกต่างกัน

ตาราง ๑๐ การเปรียบเทียบค่าคะแนนพัฒนาการ สภจ ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{D}$	s^2	t
คค	27	24.0000	689.9231	-2.7844**
ทล ๑	26	44.6923	771.5815	
ทล ๒	23	27.0435	425.7708	2.5424*
คค	27	24.0000	689.9231	.4585

* ($p < .05$)

** ($p < .01$)

ผลจากตาราง ๑๐ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ข้อ ก. และ ข้อ ค. ส่วนข้อ ข. ยังต้องยอมรับอยู่ นั่นหมายความว่าสมมติฐานข้อ ๑.๕ จะต้องยอมรับว่าเป็นจริงในกรณีของการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุม ($p < .01$) แต่จะไม่เป็นไปตามนั้นในกรณีระหว่าง กลุ่มทดลอง ๒ กับกลุ่มควบคุม ส่วนสมมติฐานข้อ ๑.๖ ก็ต้องไม่ยอมรับ เนื่องจากกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ มีความแตกต่างกัน ($p < .05$) ในด้านพัฒนาการของคะแนนคำถาม (ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน) เมื่อใช้รูปภาพเป็นสื่อ

ข. คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบรูปภาพ (สภค)

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๑.๓ ที่ว่ากลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๑.๔ ที่ว่าความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มน่าจะไม่ต่างกันจึงเปรียบเทียบคะแนนคุณภาพคำถามจากแบบรูปภาพ โดยใช้ทั้งคะแนนที่ได้จากการสอบก่อนสอน และการสอบหลังสอนมาวิเคราะห์ร่วมกัน ซึ่งปรากฏผลดังตาราง ๑๑

H_0 : กลุ่มตัวอย่างมีคะแนน สกค ไม่ต่างกัน

H_r : กลุ่มตัวอย่างมีคะแนน สกค ต่างกัน

ตาราง ๑๑ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพ

แหล่งของความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ss' _y	df	ms _y	F
ระหว่างกลุ่ม	22602.1295	5292.3856	13653.9579	18710.8415	2	9355.4207	7.0539**
ภายในกลุ่ม	77113.0284	64337.7196	14971.0289	95492.1338	72	1326.2796	
รวมทั้งหมด	99715.1579	69630.1053	16224.9868	114202.9753	74		

** (p < .01)

ผลจากตาราง ๑๑ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_r) ว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพ (สกค) ต่างกันจริง (p < .01) ซึ่งจะต้องเปรียบเทียบจากคะแนนที่ปรับแล้วต่อไปว่าจะ เป็นความแตกต่างในระหว่างกลุ่มใด ถึงตาราง ๑๒

H_0 : ก. คะแนน สกค ของ คค ไม่ต่างกับของ ทล ๑

ข. คะแนน สกค ของ คค ไม่ต่างกับของ ทล ๒

ค. คะแนน สกค ของ ทล ๑ ไม่ต่างกับของ ทล ๒

H_r : ก. คะแนน สกค ของ ทล ๑ มากกว่าของ คค

ข. คะแนน สกค ของ ทล ๒ มากกว่าของ คค

ค. คะแนน สกค ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ตาราง ๑๒ แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพคำถามตามจากฉบับรูปภาพ เมื่อ
คำนวณปรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ แล้ว

$$b_w = \frac{64337.7196}{77113.0284} = 0.8343$$

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}'$	t
คค	27	114.3333	141.1852	122.6403	-3.6734**
ทล ๑	26	85.7308	156.5769	161.8950	
ทล ๒	23	73.2174	123.1304	138.8884	2.1800*
คค	27	114.3333	141.1852	122.6403	1.3941

* (p < .05)

** (p < .01)

จากตาราง ๑๒ พบว่า จะยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ได้เฉพาะข้อ ข. เท่านั้น
ซึ่งหมายความว่า

ค่าคะแนน สกค ของ ทล ๑ มากกว่าของ คค อย่างเห็นได้ชัด (p < .01)

ค่าคะแนน สกค ของ ทล ๑ มากกว่าของ ทล ๒ (p < .05)

และค่าคะแนน สกค ของ คค กับของ ทล ๒ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เท่ากับเป็นการยอมรับสมมติฐานข้อ ๑.๓ ได้ในกรณีระหว่างกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุม
ส่วนในกรณีระหว่างกลุ่มทดลอง ๒ กับกลุ่มควบคุม และสมมติฐานข้อ ๑.๔ นั้นจะคงปฏิเสธ เมื่อ
พิจารณาจากคะแนน คุณภาพคำถามความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อใช้ภาพเป็นสิ่งเร้า

และเพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐานข้อ ๑.๕ ที่ว่ากลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสับสนสับสนเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๑.๖ ที่ว่า ความคิดแบบสับสนสับสนในกลุ่มทดลองทั้งสองน่าจะเพิ่มขึ้นไม่ต่างกัน จึงได้นำค่าพัฒนาการของคะแนนคุณภาพความคิดแบบสับสนสับสนชนิดใช้รูปภาพเป็นสื่อเรขาคณิตของทั้งสองอย่างทั้งสามมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตาราง ๑๓

Ho : ค่าพัฒนาการคะแนน สกค ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

Hr : ค่าพัฒนาการคะแนน สกค ของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ตาราง ๑๓ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพ

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่ม	25671.3161	2	12835.6581	9.5996**
ภายในกลุ่ม	97608.6181	73	1337.1044	
รวมทั้งหมด	123279.9342	75		

** ($p < .01$)

จากตาราง ๑๓ พบว่าต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (Ho) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (Hr) ที่ว่าค่าพัฒนาการของคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพ มีความแตกต่างกันอยู่ในระหว่างกลุ่มจริง ($p < .01$)

ซึ่งต่อไปจะได้วิเคราะห์เปรียบเทียบให้เห็นอีกว่า ความแตกต่างนี้จะปรากฏอยู่ระหว่างกลุ่มตัวอย่างคู่ใด ดังตาราง ๑๔

Ho : ก. คะแนน $\bar{D}$ สกค ของ คค ไม่ต่างกับของ ทล ๑

ข. คะแนน $\bar{D}$ สกค ของ คค ไม่ต่างกับของ ทล ๒

ค. คะแนน $\bar{D}$ สกค ของ ทล ๑ ไม่ต่างกับของ ทล ๒

- Hr : ก. คะแนน $\bar{D}$ (พัฒนาการ) สกศ ของ ทล ๑ มากกว่าของ คค
 ข. คะแนน $\bar{D}$ สกศ ของ ทล ๒ มากกว่าของ กก
 ค. คะแนน $\bar{D}$ สกศ ของ ทล ๑ กับ ทล ๒ ไม่แตกต่างกัน

ตาราง ๑๔ การเปรียบเทียบค่าพัฒนาการคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{D}$	s^2	t
กก	27	26.8519	1491.5926	-3.9955** 2.1202* 2.4764*
ทล ๑	26	70.8462	1715.9754	
ทล ๒	23	49.9130	723.9921	
คค	27	26.8519	1491.5926	

** (p < .01)

* (p < .05)

ผลจากตาราง ๑๔ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ทุกข้อ ซึ่งหมายความว่า

คะแนนคุณภาพคำถาม (ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน) ฉบับรูปภาพของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม (p < .01) ของกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม (p < .05) และของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มทดลอง ๒ (p < .05) หรือกล่าวได้ว่าแสดงถึงการยอมรับสมมติฐานข้อ ๑.๕ แต่ไม่ยอมรับสมมติฐานข้อ ๑.๖ เมื่อพิจารณาจากคะแนนคุณภาพคำถามความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับรูปภาพที่เพิ่มขึ้น

ค. คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับข้อความ (สคจ)

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๑.๓ (กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่ากลุ่มควบคุม) และข้อ ๑.๔ (ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลองทั้งสองไม่น่าจะ

ทางกัน) จึงไต่หาคะแนนจำนวนจากการทดสอบความคิดแบบสับสนสับสนชนิดข้อความทั้งการ
สับสนก่อนสอน และการสอบหลังสอนมาวิเคราะห์รวมกัน ดังตาราง ๑๕

H_o : กลุ่มตัวอย่างมีคะแนน สดว ไม่แตกต่างกัน

H_r : กลุ่มตัวอย่างมีคะแนน สดจ แตกต่างกัน

ตาราง ๑๕ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับข้อความ

แหล่งความแปรปรวน	ss_x	sp	ss_y	ss'_y	df	ms'_y	F
ระหว่างกลุ่ม	2856.3008	3030.9016	3972.9335	1011.5733	2	505.7866	2.5356
ภายในกลุ่ม	33706.2255	25281.2563	33324.0139	14361.8812	72	199.4706	
รวมทั้งหมด	36562.5263	28312.1579	37296.9474	15373.4545	74		

ผลจากตาราง ๑๕ พบว่าจะต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_o) ซึ่งแสดงว่า คะแนน
จำนวนจากการทดสอบความคิดแบบสับสนสับสนชนิดข้อความนี้ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม
แสดงว่าผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๓ แต่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๔ ในกรณีของ
คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความ

และเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ ๑.๕ (กลุ่มทดลองมีความคิดแบบสับสนสับสนเพิ่มขึ้น
มากกว่ากลุ่มควบคุม) กับข้อ ๑.๖ (กลุ่มทดลองทั้งสองมีความคิดแบบสับสนสับสนเพิ่มขึ้นไม่
ต่างกัน) จึงไต่หาค่าพัฒนาการของคะแนนจำนวน จากแบบทดสอบความคิดแบบสับสนสับสน
มาวิเคราะห์ ดังตาราง ๑๖

H_o : กลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการคะแนน สดจ ไม่แตกต่างกัน

H_r : กลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการคะแนน สดจ แตกต่างกัน

ตาราง ๑๖ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนจำนวนคำถามจากฉบับข้อความ

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	mg	F
ระหว่างกลุ่ม	767.4311	2	383.7155	1.7010
ภายในกลุ่ม	16467.7268	73	225.5853	
รวมทั้งหมด	17235.1579	75		

จะเห็นว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า จะต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ที่ว่า พัฒนาการคะแนน สดจ ของกลุ่มตัวอย่าง ไม่แตกต่างกัน อีกเช่นกัน นั่นคือ ผลที่ได้จะไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๕ แต่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๖ ในกรณีพัฒนาการของคะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความ

ง. คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับข้อความ

(สคค)

เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ ๑.๓ (กลุ่มทดลองมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่ากลุ่มควบคุม) และข้อ ๑.๔ (ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกัน) จึงได้นำทั้งคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนสอนและการสอบหลังสอนของ สคค มาวิเคราะห์ร่วมกัน ปรากฏผลดังตาราง ๑๗

H_0 : คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความของกลุ่มตัวอย่าง ไม่แตกต่างกัน

H_a : คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความของกลุ่มตัวอย่าง จะแตกต่างกัน

ตาราง ๓๓ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนน สคค

แหล่งความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ss' _y	df	ms' _y	F
ระหว่างกลุ่ม	1619.4545	2224.6420	3083.4747	576.6218	2	288.3109	.5313
ภายในกลุ่ม	57408.4797	44964.1211	74288.4727	39071.1633	72	542.6550	
รวมทั้งหมด	59027.9342	47188.7632	77371.9474	39647.7851	74		

จากตาราง ๓๓ แสดงว่าจะต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ซึ่งหมายความว่าคะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดข้อความนั้นไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่แท้จริง นั่นชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ใดไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๓ และจะสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๔ ในกรณีของคะแนน สคค

และเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ ๑.๕ (กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม) และข้อ ๑.๖ (ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนในกลุ่มทดลองทั้งสองเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน) จึงนำค่าพัฒนาการคะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน (สคค) ฉบับข้อความของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามมาวิเคราะห์ ดังแสดงไว้ในตาราง ๓๔

H_0 : คะแนนพัฒนาการ สคค ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

H_a : คะแนนพัฒนาการ สคค ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน

ตาราง ๓๔ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการคะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความ

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่ม	253.6452	2	126.8226	.2217
ภายในกลุ่ม	41768.7101	73	572.1741	
รวมทั้งหมด	42022.3553	75		

ผลการวิเคราะห์จากตาราง ๑๘ แสดงว่าจะต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ซึ่งแสดงว่า คะแนนพัฒนาการ สดค ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกันในทางสถิติ หรือกล่าวได้ว่า ผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๕ แต่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๑.๖ ในกรณีของ คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน (ข้อความ) ที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มต่าง ๆ

๒. เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

๒.๑ พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มตัวอย่าง

เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ ๒.๑ ที่ว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง จะเพิ่มขึ้นหลังจากการสอนแล้ว และสมมติฐานข้อ ๒.๒ ที่ว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มควบคุม จะเพิ่มขึ้นน้อยมากจนไม่แตกต่างกัน หลังจากการสอนแล้ว จึงได้นำเสนอค่าเฉลี่ยของคะแนน ความคิดสร้างสรรค์ เมื่อทดสอบก่อนสอน และเมื่อทดสอบหลังสอน เปรียบเทียบกันต่อไป ดังตาราง ๑๙, ๒๐ และ ๒๑ ตามลำดับ

H_0 : คะแนนความคิดสร้างสรรค์เมื่อทดสอบก่อนสอน กับเมื่อทดสอบหลังสอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

H_a : คะแนนความคิดสร้างสรรค์เมื่อทดสอบก่อนสอน กับเมื่อทดสอบหลังสอน จะแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง ๑๙ พัฒนาการของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สส - ม(ฉบับความเหมือน)	45.5926	48.1852	2.5926	1.8345	1.4132
สส - ส(ฉบับความหมายของเส้น)	34.6296	46.4815	11.8519	1.9094	6.2070**

** ($p < .01$)

ตาราง ๒ พัฒนาการของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่ม ทด ๑ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สส - ม	36.2308	51.2692	15.0385	1.6802	8.9505**
สส - ส	40.3462	55.9615	15.6154	3.0215	5.1681**

** ($p < .01$)

ตาราง ๒ พัฒนาการของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่ม ทด ๒ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สส - ม	32.2174	41.0000	8.7826	2.0898	4.2025**
สส - ส	31.7391	46.4348	14.6957	4.1800	3.5157**

* ($p < .05$)

** ($p < .01$)

จากตาราง ๑๙, ๒๐ และ ๒๑ ข้างต้น แสดงว่านอกจากจะต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) กลุ่มควบคุม ในกรณีของคะแนนความคิดสร้างสรรค์นับความเหมือนแล้ว จะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ในกรณีอื่น ๆ ทั้งหมด นั่นคือ หมายความว่า

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ (ความเหมือน) ในกลุ่มควบคุม ไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนความคิดสร้างสรรค์ (ความหมายของเส้น) ในกลุ่มเดียวกัน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .01$)

ส่วนในกลุ่มทดลองทั้งสองจะมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้งสองนับเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทั้งสิ้น ($p < .01$)

หรือกล่าวไ้ว่าการเพิ่มขึ้นของคะแนนความคิดสร้างสรรค์นั้นสอดคล้องกับสมมติฐาน
 ขอ ๒.๑ ทุกฉบับและสอดคล้องกับสมมติฐานขอ ๒.๒ สำหรับฉบับความเหมือน ส่วนฉบับความหมาย
 ของเสนไม่สอดคล้องกับสมมติฐานขอ ๒.๒

๒.๒ ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ก. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือน (สส - ม)

เพื่อทดสอบสมมติฐานขอ ๒.๓ ที่ว่ากลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่า
 กลุ่มควบคุม และสมมติฐานขอ ๒.๔ ที่ว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่าง
 กัน จึงนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนสอนและหลังสอนมาเปรียบเทียบรวมกัน ดังตาราง ๒๒

Ho : คะแนน สส - ม ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

Hr : คะแนน สส - ม ของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ตาราง ๒๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือน (สส - ม)

แหล่งความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ss' _y	df	ms' _y	F
ระหว่างกลุ่ม	2398.0583	842.8678	1339.4816	1388.1734	2	694.0867	8.3487**
ภายในกลุ่ม	8697.0469	6782.4217	11275.1895	5985.8949	72	83.1374	
รวมทั้งหมด	11085.1052	7635.2895	12614.6711	7374.0683	74		

** (p < .01)

ผลจากตาราง ๒๒ ทำให้ต้องปฏิเสธสมมติฐานเพื่อการทดสอบ (Ho) และยอมรับสมมติฐาน
 การวิจัย (Hr) ที่ว่าคะแนน สส - ม ของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มจริง ๆ
 (p < .01)

แต่เนื่องจากการวิเคราะห์รวมทั้งสองกลุ่ม ไม่น่าจะเกิดความแตกต่างระหว่าง
กลุ่มตัวอย่างใดๆ จึงต้องวิเคราะห์เปรียบเทียบต่อไปอีก ดังตาราง ๒

- Ho : ก. คะแนน สส - ม ของ คค ไม่ต่างกับของ ทล ๑
 ข. คะแนน สส - ม ของ ทล ๑ ไม่ต่างกับของ ทล ๒
 ค. คะแนน สส - ม ของ คค ไม่ต่างกับของ ทล ๒
 Hr : ก. คะแนน สส - ม ของ ทล ๑ มากกว่าของ คค
 ข. คะแนน สส - ม ของ ทล ๒ มากกว่าของ คค
 ค. คะแนน สส - ม ของ ทล ๑ ไม่ต่างกับของ ทล ๒

ตาราง ๒ การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความภักดีสร้างสรรค์กับความเหมือน เมื่อคำนวณ
ปรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ แล้ว

$$\begin{aligned} b_w &= 6782.4217/8697.0469 \\ &= 0.7798 \end{aligned}$$

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}'$	t
คค	27	45.5926	48.1852	42.5313	-3.8934**
ทล ๑	26	36.2308	51.2692	52.9155	
ทล ๒	23	32.2174	41.0000	45.7760	2.7050**
คค	27	45.5926	48.1852	42.5313	1.1195

** (p < .01)

ผลจากตาราง ๒ แสดงว่าจะยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (Ho) ได้ในกรณีของข้อ ข.
เท่านั้น ส่วนกรณีของข้อ ก. และข้อ ค. จะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง

ซึ่งหมายความว่า

คะแนน สส - ม ของ ทล ๑ มากกว่าของ คค อย่างเห็นได้ชัด ($p < .01$)

คะแนน สส - ม ของทล ๑ มากกว่าของ ทล ๒ อย่างเห็นได้ชัด ($p < .01$)

ส่วนคะแนน สส - ม ของ ทล ๒ กับของ คค นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ

หรือกล่าวได้ว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ (ความเหมือน) สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๒.๓ เฉพาะระหว่างกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มควบคุมเท่านั้น ส่วนระหว่างกลุ่มทดลอง ๒ กับกลุ่มควบคุม ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน นอกจากนั้นยังไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๒.๔ อีกด้วย

ในการทดสอบสมมติฐานข้อ ๒.๕ ที่ว่ากลุ่มทดลองจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และสมมติฐานข้อ ๒.๖ ที่ว่ากลุ่มทดลองทั้งสองจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันนั้น ได้นำผลทางระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ กับความเหมือน (สส - ม) เมื่อสอบหลังสอน กับเมื่อสอบก่อนสอน ($\bar{O}$ สส - ม) ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามมาวิเคราะห์ ดังตาราง ๒๔

H_o : ค่าพัฒนาการคะแนน สส - ม ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

H_r : ค่าพัฒนาการคะแนน สส - ม ของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ตาราง ๒๔ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการ สส - ม

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่ม	2051.8043	2	1025.9021	11.6882**
ภายในกลุ่ม	6407.3931	73	87.7725	
รวมทั้งหมด	8459.1974	75		

** ($p < .01$)

ผลจากการวาง ๒๔ ทำให้ต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) นั่นคือบอกให้ทราบว่ามีความแตกต่างกันอยู่ ($p < .01$) จริง ๆ ใน $\bar{D}$ สส - ม ของทั้งสามกลุ่มนี้ แต่เนื่องจากไม่ทราบชัดว่าจะเป็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างคู่ใด จึงต้องนำคะแนนพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้มาเปรียบเทียบกันต่อไปคราวละคู่ ดังตาราง ๒๕ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานข้อ ๒.๕ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๒.๖ ว่า กลุ่มทดลองที่ ๑ และกลุ่มทดลองที่ ๒ ไม่น่าจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นต่างกัน

- H_0 : ก. คะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของ คค ไม่ต่างกับของ ทด ๑
 ข. คะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของ คค ไม่ต่างกับของ ทด ๒
 ค. คะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของ ทด ๑ ไม่ต่างกับของ ทด ๒
- H_r : ก. คะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของ ทด ๑ มากกว่าของ คค
 ข. คะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของ ทด ๒ มากกว่าของ คค
 ค. คะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของ ทด ๑ ไม่ต่างกับของ ทด ๒

ตาราง ๒๕ เปรียบเทียบค่าคะแนน $\bar{D}$ สส - ม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{D}$	S^2	t
คค	27	2.5921	96.8661)	-5.0031**
ทด ๑	26	15.0385	73.3985)	
ทด ๒	23	8.7821	100.4506)	
คค	27	2.5921	96.8661)	2.3330*
				2.2260*

* ($p < .05$)

** ($p < .01$)

ผลจากการวาง ๒๕ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ทุกข้อ ซึ่งหมายความว่าคะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของ ทด ๑ มากกว่าของ คค อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑

คะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของ ทล ๒ มากกว่าของ คค อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕ ตามสมมติฐานข้อ ๒.๕ แต่สมมติฐานข้อ ๒.๖ นั้นไม่ปรากฏผลเช่นนั้นเพราะคะแนน $\bar{D}$ สส - ม ของกลุ่มทดลองทั้งสองที่ไ้มาแสดงความแตกต่างกัน

ข. คะแนนความคิดสร้างสรรค์กับความหมายของเส้น (สส - ส)

นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนสอนและหลังสอนมาเปรียบเทียบรวมกัน ดังตาราง ๒๒ เพื่อจะนำไปสู่การทดสอบสมมติฐานข้อ ๒.๓ ที่ว่ากลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่ากลุ่มควบคุม และสมมติฐานข้อ ๒.๔ ที่ว่ากลุ่มทดลองทั้งสองไม่น่าจะมีความคิดสร้างสรรค์ต่างกัน

H_o : คะแนน สส - ส ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

H_r : คะแนน สส - ส ของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ตาราง ๒๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนน สส - ส

แหล่งความแปรปรวน	ss_x	sp	ss_y	ms_y	df	ms_y	F
ระหว่างกลุ่ม	953.0159	1146.8619	1544.2771	333.6999	2	166.8499	.7122
ภายในกลุ่ม	7914.6157	3990.7697	21401.3545	16866.7917	72	234.2610	
รวมทั้งหมด	8867.6316	7137.6316	22945.6316	17200.4916	74		

ผลจากตาราง ๒๒ แสดงว่าค่าอัตราส่วนวิกฤตไม่มากถึงระดับที่จะแสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้ ผลครั้งนี้ทำให้ต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_o) อันเป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อ ๒.๓ และยอมรับสมมติฐานข้อ ๒.๔ นั่นคือ

กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านคะแนนความคิดสร้างสรรค์ และความหมายของเส้น (สส - ส)

และกลุ่มทดลองทั้งสอง ไม่มีความแตกต่างกันในด้านคะแนน สส - ส

นอกจากนั้นเมื่อนำคะแนนพัฒนาการ สส - ส ($\bar{D}$ สส - ส) ของกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกัน เพื่อจะนำไปสู่การทดสอบสมมติฐานข้อ ๒.๕ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีการคิดสร้างสรรค์ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และสมมติฐานข้อ ๒.๖ ที่ว่าความถิกสร้างสรรค์ในกลุ่มทดลองที่ ๑ และ ๒ ไม่น่าจะเพิ่มขึ้นต่างกัน ผลปรากฏออกมาดังตาราง ๒

H_o : คะแนน $\bar{D}$ สส - ส ของ กก ทด ๑ และ ทด ๒ ไม่แตกต่างกัน

H_r : คะแนน $\bar{D}$ สส - ส ของ กก ทด ๑ และ ทด ๒ แตกต่างกัน

ตาราง ๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน $\bar{D}$ สส - ส

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่ม	203.5692	2	101.7846	.4286
ภายในกลุ่ม	17334.4308	73	237.4580	
รวมทั้งหมด	17538.0000	75		

ผลจากตาราง ๒ แสดงว่าจะต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_o) อันเป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อ ๒.๕ และยอมรับสมมติฐานข้อ ๒.๖ นั่นคือ

คะแนนพัฒนาการของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ (ความหมายของเส้น) ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

และ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ (ความหมายของเส้น) ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม เพิ่มขึ้นอย่างไม่แตกต่างกัน

๓. เกี่ยวกับการสร้างสังกัด

๓.๑ พัฒนาการของการสร้างสังกัด ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม ซึ่งได้ตั้งสมมติฐานไว้ในการวิจัยครั้งนี้ว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มทางจะมีความสามารถในการสร้างสังกัดเพิ่มขึ้น

H_o : คะแนนการสร้างสรรค์ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามเมื่อทดสอบก่อนสอน และเมื่อทดสอบหลังสอนจะไม่แตกต่างกัน

H_a : คะแนนการสร้างสรรค์ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามเมื่อทดสอบก่อนสอน และเมื่อทดสอบหลังสอนจะแตกต่างกัน

ตาราง ๒๕ พัฒนาการของความสามารถในการสร้างสรรค์ของกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับระหว่าง คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน($\bar{X}$)กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สพ (สร้างสัมพันธ์)	19.1857	21.9630	2.7778	1.0104	2.7492*
สภ (สร้างสัมพันธ์)	23.6296	24.4074	.7778	.9433	.8245
คส (ความคิดสร้างสรรค์ ทางการรับรู้)	8.2963	6.6667	-1.6296	.9713	-1.6778
ค (คำตอบถูก)	2.7778	3.7778	1.0000	.4270	2.3419*
สกค (นับถอยคำ)	84.2598	89.1481	4.8889	1.0865	4.4978**

* ($p < .05$)

** ($p < .01$)

จากตาราง ๒๕ แสดงว่า คะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ของกลุ่มควบคุมชนิด สร้างสัมพันธ์ (สภ) และความคิดสร้างสรรค์ทางการรับรู้ (คส) สอดคล้องกับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_o) คือไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนชนิดสร้างสัมพันธ์ (สพ) คำตอบถูก (ค) และคะแนนจากนับถอยคำ (สกค) แสดงให้เห็นว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_a) นั่นคือหมายความว่า

คะแนนสร้างสัมพันธ์ และคะแนนคำตอบถูก มีพัฒนาการขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < .05$) ส่วนคะแนนการสร้างสรรค์นับถอยคำ มีพัฒนาการขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < .01$) ตามสมมติฐานข้อ ๓.๑ ที่ตั้งเอาไว้

ตาราง ๒๕ พัฒนาการของความสามารถในการสร้างสังกัดของกลุ่มทดลอง ๑ เปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สพ	17.6154	22.8462	5.2308	1.2481	4.1908**
สภ	23.4231	25.6154	2.1923	1.1596	1.8906
กล	8.3077	6.0385	-2.2692	1.1060	-2.0517*
ท	2.1154	3.7692	1.6538	.3841	4.3060**
สกก	77.6538	90.9231	13.2692	1.5890	8.3509**

* ($p < .05$)

** ($p < .01$)

ผลจากตาราง ๒๕ แสดงว่าสำหรับคะแนนการสร้างสังกัดของกลุ่มทดลองที่ ๑ คะแนนเทคนิคสังกัดสัมฤทธิ์ (สภ) ต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ก็คือไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานขอ ๓.๑

ส่วนคะแนนเทคนิคสังกัดสัมพันธ์ (สพ) ทำคอมมูท (ท) และการสร้างสังกัดเทคนิคย่อคำ (สกก) ทำให้ต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลางมายอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_a) คือ คะแนนการสร้างสังกัดทั้งสามเทคนิคหลังนี้ มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) และความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ ลดลงเห็นได้ชัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) สอดคล้องกับสมมติฐานขอ ๓.๑

ตาราง ๓๐ พัฒนาการของความสามารถในการสร้างสิ่งปลูกของกลุ่มทดลอง ๒ เปรียบเทียบ
ระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอน ($\bar{X}$) กับคะแนนเฉลี่ยจากการ
ทดสอบหลังสอน ($\bar{Y}$)

คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	SD	t
สพ	12.3043	20.1304	7.8261	1.2378	6.3224**
สภ	20.7826	23.8696	3.0870	.7568	4.0789**
คส	10.8696	8.1304	-2.7391	.8625	-3.1757**
ต	.8696	2.9130	2.0435	.4145	4.9294**
สกก	76.6957	88.0435	11.3478	1.5459	7.3407**

** ($p < .01$)

ผลจากตาราง ๓๐ แสดงว่า คะแนนการสร้างสิ่งปลูกของกลุ่มทดลอง ๒ จะต้อง
ปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง หมายความว่าสมมติฐานการวิจัยตามข้อ ๓.๑ ทั้งหมด
นั้นคือในกลุ่มทดลองที่ ๒ นั้นพัฒนาการของความสามารถในการสร้างสิ่งปลูกขึ้น
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$)

๓.๒ การสร้างสิ่งปลูกของกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ก. คะแนนสิ่งปลูกสัมพันธ์ (สพ)

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนสอนรวมกับคะแนนจากการทดสอบ
หลังสอน เมื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๓.๒ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีสามารถในการสร้างสิ่งปลูก
มากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๓.๓ ที่ว่าความสามารถในการสร้างสิ่งปลูกของกลุ่มทดลองทั้งสอง
ไม่น่าจะต่างกัน

ข้อมูลจะนำเสนอในตาราง ๓๑

H_o : คะแนนสังกัดสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามไม่แตกต่างกัน

H_r : คะแนนสังกัดสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามมีความแตกต่างกัน

ตาราง ๓๑ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนสังกัดสัมพันธ์

แหล่งความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ms _y	df	ms _y	F
ระหว่างกลุ่ม	631.5736	203.7137	92.6753	27.1717	2	13.5858	.5444
ภายในกลุ่ม	1643.0975	564.7337	1990.9563	1796.8569	72	24.9563	
รวมทั้งหนก	2274.6771	768.4474	2083.6316	1824.0286	74		

ผลจากตาราง ๓๑ ทำให้ต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_o) นั่นคือแสดงว่าต้องปฏิเสธสมมติฐานข้อ ๓.๒ เพราะคะแนนสังกัดสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากของกลุ่มควบคุม และยอมรับสมมติฐานข้อ ๓.๓ เนื่องจากว่าคะแนนสังกัดสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการ (D) ของคะแนนสังกัดสัมพันธ์ เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๓.๔ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะสามารถในการสร้างสังกัดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๓.๕ ที่ว่า กลุ่มทดลองทั้งสองไม่น่าจะสามารถในการสร้างสังกัดเพิ่มขึ้นต่างกัน

H_o : พัฒนาการของคะแนนสังกัดสัมพันธ์ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามไม่แตกต่างกัน

H_r : พัฒนาการของคะแนนสังกัดสัมพันธ์ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามจะแตกต่างกัน

นำเสนอข้อมูลในตาราง ๓๒

ตาราง ๓๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการของคะแนนสังกัดสัมพันธ์

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่ม	316.8215	2	158.4107	4.6171*
ภายในกลุ่ม	2504.5864	73	34.3094	
รวมทั้งหมด	2821.4079	75		

* ($p < .05$)

ผลจากตาราง ๓๒ ทำให้ต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_a) ว่ามีความแตกต่างกันเกี่ยวกับพัฒนาการของการสร้างสังกัดกับสังกัดสัมพันธ์ ($p < .05$)

แต่เนื่องจากต้องการทราบว่า ความแตกต่างนี้อยู่ในระหว่างกลุ่มตัวอย่างคู่ใดแน่ จึงต้องนำคะแนนพัฒนาการของแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกันต่อไป ดังตาราง ๓๓

H_0 : ก. คะแนนพัฒนาการ ($\bar{D}$) การสร้างสังกัดกับสังกัดสัมพันธ์ของ คค และ ทล ๑ ไม่แตกต่างกัน

ข. คะแนนพัฒนาการ ($\bar{D}$) การสร้างสังกัดกับสังกัดสัมพันธ์ของ คค และ ทล ๒ ไม่แตกต่างกัน

ค. คะแนนพัฒนาการ ($\bar{D}$) การสร้างสังกัดกับสังกัดสัมพันธ์ของ ทล ๑ และ ทล ๒ ไม่แตกต่างกัน

H_a : ก. คะแนนพัฒนาการ ($\bar{D}$) การสร้างสังกัดกับสังกัดสัมพันธ์ของ ทล ๑ สูงกว่า คค

ข. คะแนนพัฒนาการ ($\bar{D}$) การสร้างสังกัดกับสังกัดสัมพันธ์ของ ทล ๒ สูงกว่า คค

ค. คะแนนพัฒนาการ ($\bar{D}$) การสร้างสังกัดกับสังกัดสัมพันธ์ของ ทล ๑ ไม่ต่างกับ ทล ๒

ตาราง ๓๓ เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการการร่าสร้างสิ่งกัปลัศกัปลัสมัพนัร

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{D}$	S^2	t
คค	27	2.7778	27.5641	-1.5275
ทล ๑	26	5.2308	40.5046	
ทล ๒	23	7.8267	35.2411	-1.4754
คก	27	2.7778	27.5641	3.1594**

** ($p < .01$)

ผลการวิเคราะห์หอนุมลตามตาราง ๓๓ แสดงให้เห็นว่จะตองยอมรับสมมติฐานที่เป็กลาง (Ho) ขอ ก. และ ค. แต้ปฏิเสธสมมติฐานที่เป็กลาง ขอ ข.

หมายควมว่สมมติฐานขอ ๓.๔ จะตองยอมรับสำหรบักรณีระหว่างกลุ่มควบคุม ๒ กับกลุ่มทดลอง ($p < .01$) แต้จะตองปฏิเสธสำหรบักรณีระหว่างกลุ่มควบคุม ๑ กับกลุ่มทดลอง และสมมติฐานขอ ๓.๕ ทั่วว่าไม่ควมแตกตางระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองนั้นก็จะต้องยอมรับควย

ข. คะแนนสิ่งกัปลัสมัพ (สภ)

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานขอ ๓.๒ ทั่วว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีควมสามารถในการสร้างสิ่งกัปลัมากกว่ากลุ่มควบคุม และขอ ๓.๓ ทั่วว่ากลุ่มทดลองทั้งสองไม่ควมสามารถในการสร้างสิ่งกัปลัตางกัน จึงไ้เ้ค่าคะแนนสิ่งกัปลัสมัพทั้งที่ไ้จากการทดสอบกณศอน และการทดสอบหลังศอนมาเปรียบเทียบรวมกัน ถึงตาราง ๓๔

Ho : คะแนนสิ่งกัปลัสมัพในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามไม่แตกตางกัน

Hr : คะแนนสิ่งกัปลัสมัพในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามแตกตางกัน

ตาราง ๓๔ วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์

แหล่งความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ss' _y	df	ms' _y	F
ระหว่างกลุ่ม	121.4840	46.4789	46.8242	22.8745	2	11.4373	0.6557
ภายในกลุ่ม	1072.5555	316.6527	1349.6527	1255.7951	72	17.4416	
รวมทั้งหมด	1194.0395	363.1316	1389.1053	1278.6696	74		

ผลจากตาราง ๓๔ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างแท้จริง เป็นการยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H₀) ซึ่งเท่ากับไม่ยอมรับสมมติฐานข้อ ๓.๒ แต่ยอมรับสมมติฐานข้อ ๓.๓ ที่กล่าวมาข้างต้นควย

และเพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๓.๔ ที่ว่ากลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการสร้างสังกัดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม กับข้อ ๓.๕ ที่ว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มน่าจะมีความสามารถในการสร้างสังกัดแตกต่างกัน จึงนำผลตารางระหว่างการสอนหลังสอนกับการสอบก่อนสอน (คะแนนพัฒนาการ) ของคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์มาเปรียบเทียบกัน ดังตาราง ๓๕

H₀ : พัฒนาการของคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์ในกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

H_a : พัฒนาการของคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์ในกลุ่มตัวอย่างจะแตกต่างกัน

ตาราง ๓๕ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพัฒนาการของการสร้างสังกัดชนิดสังกัดสัมฤทธิ์

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่ม	68.3504	2	34.1752	1.3949
ภายในกลุ่ม	1788.5312	73	24.5004	
รวมทั้งหมด	1856.8816	75	-	-

ผลจากการวาง ๓๕ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างแท้จริง จึงเป็นการยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ซึ่งเท่ากับปฏิเสธสมมติฐานขอ ๓.๔ แต่ยอมรับสมมติฐานขอ ๓.๕ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้ควย

ก. คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ (คค)

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานขอ ๓.๒ (กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการสร้างสังกัปมากกว่ากลุ่มควบคุม) และขอ ๓.๓ (กลุ่มทดลองทั้งสองน่าจะไม่มีความสามารถแตกต่างกันในการสร้างสังกัป) จึงนำคะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ทั้งที่ได้จากการทดสอบก่อนสอน และการทดสอบหลังสอนมาวิเคราะห์ความแตกต่าง ดังตาราง ๓๖

H_0 : คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามไม่แตกต่างกัน

H_r : คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามมีความแตกต่างกัน

ตาราง ๓๖ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้

แหล่งความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ss _y	df	ms _y	F
ระหว่างกลุ่ม	105.7495	72.8813	55.5877	29.3863	2	14.6932	.9026
ภายในกลุ่ม	1003.7768	188.7503	1207.5702	1172.0776	72	16.2789	
รวมทั้งหมด	1109.5263	261.6316	1263.1579	1201.4639	74		

ผลจากการวาง ๓๖ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม คือเป็นการยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) นั้นหมายความว่า เป็นการปฏิเสธสมมติฐานขอ ๓.๒ แต่เป็นการยอมรับสมมติฐานขอ ๓.๓ ที่เกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้แล้วนั่นเอง

และเพื่อพิสูจน์สมมติฐานขอ ๓.๔ (กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการสร้างสังกัปเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม) และขอ ๓.๕ (กลุ่มทดลองทั้งสองน่าจะไม่มีความสามารถในการ

สร้างสังกัดเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน) จึงนำผลต่างระหว่างการสอนหลังสอนกับการสอนก่อนสอนของ
คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้มาเปรียบเทียบกัน ดังในตาราง ๓๓

Ho : ความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ในกลุ่มตัวอย่างจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางกัน

Hr : ความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ในกลุ่มตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงไป ใน
กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มจะแตกต่างกัน

ตาราง ๓๓ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเปลี่ยนแปลงของคะแนนความคลาดเคลื่อน
ทางการรับรู้

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่ม	15.5746	2	7.7873	.3100
ภายในกลุ่ม	1833.8465	73	25.1212	
รวมทั้งหมด	1849.4211	75		

จากตาราง ๓๓ จะเห็นว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม จึงต้อง
ยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (Ho) หรือเท่ากับแสดงว่า ต้องปฏิเสธสมมติฐานข้อ ๓.๔ และ
ยอมรับสมมติฐานข้อ ๓.๕ ที่เกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ตนเอง

ง. คะแนนคำตอบถูก (ค)

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๓.๒ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการ
สร้างสังกัดมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๓.๓ ที่ว่า ความสามารถในการสร้างสังกัดของกลุ่มทดลอง
ทั้งสองกลุ่มไม่น่าจะต่างกัน จึงนำคะแนนการสร้างสังกัดขึ้นที่คะแนนคำตอบถูกมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ
กันทั้งคะแนนจากการทดสอบก่อนสอน และคะแนนจากการทดสอบหลังสอน ดังตาราง ๓๔

Ho : คะแนนคำตอบถูกของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามไม่แตกต่างกัน

Hr : คะแนนคำตอบถูกของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามมีความแตกต่างกัน

ตาราง ๓๘ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนคำตอบถูก

แหล่งความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ss' _y	df	ms' _y	F
ระหว่างกลุ่ม	46.0182	21.9282	11.8787	2.1733	2	1.0869	.3387
ภายในกลุ่ม	179.9292	60.0981	251.1081	231.0348	72	3.2088	
รวมทั้งหมก	225.9474	82.0263	262.9868	233.2086	74		

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๓๘ ทำให้ต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) นั่นคือเป็นการยอมรับสมมติฐานข้อ ๓.๓ และปฏิเสธสมมติฐานข้อ ๓.๒ ที่โลกกล่าวมาแล้วข้างต้น ในกรณีที่เกี่ยวกับคะแนนคำตอบถูกควมในขณะเดียวกัน

และเพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๓.๔ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการสร้างสิ่งก่อกำเนิดมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๓.๕ ที่ว่า ความสามารถในการสร้างสิ่งก่อกำเนิดของทั้งสองกลุ่มน่าจะเพิ่มขึ้นไม่ต่างกัน จึงนำค่าพัฒนาการของคะแนนคำตอบถูกของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน ดังตาราง ๓๙

H_0 : พัฒนาการของคะแนนคำตอบถูกในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามไม่แตกต่างกัน

H_r : พัฒนาการของคะแนนคำตอบถูกในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามมีความแตกต่างกัน

ตาราง ๓๙ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าพัฒนาการคะแนนคำตอบถูก

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	F
ระหว่างกลุ่ม	14.0404	2	7.0202	1.6487
ภายในกลุ่ม	310.8412	73	4.2581	
รวมทั้งหมก	324.8816	75		

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวาง ๓๕ ทำให้ต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ซึ่งหมายความว่า เป็นการปฏิเสธสมมติฐานขอ ๓.๔ และยอมรับสมมติฐานขอ ๓.๕ ในกรณีที่เกี่ยวข้อง คะแนนค่าตอบถูกไปค่ายีในขณะเดียวกัน

จ. คะแนนจากการสร้างสังกัดกับชนิดิโชดอยคำเป็นสิ่งเรา (สกก)

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานขอ ๓.๒ ที่ว่า กลุ่มทดลองจะมีความสามารถในการสร้าง สังกัดมากกว่ากลุ่มควบคุม และขอ ๓.๓ ที่ว่า ความสามารถในการสร้างสังกัดของกลุ่มทดลอง ทั้งสองน่าจะไมต่างกัน จึงนำคะแนนการสร้างสังกัดกับชนิดิโชดอยคำเป็นสิ่งเรา (สกก) มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบกันทั้งคะแนนจากการทดสอบก่อนสอน และคะแนนจากการทดสอบหลังสอน ดังตาราง

๔๐

H_0 : คะแนนการสร้างสังกัดเมื่อโชดอยคำเป็นสิ่งเราของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_a : คะแนนการสร้างสังกัดเมื่อโชดอยคำเป็นสิ่งเราของกลุ่มตัวอย่างมี

ความแตกต่างกัน

ตาราง ๔๐ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการสร้างสังกัดเมื่อโชดอยคำเป็นสิ่งเรา

แหล่งความแปรปรวน	ss _x	sp	ss _y	ss _y	df	ms _y	F
ระหว่างกลุ่ม	877.6922	-18.3118	104.3162	153.8156	2	76.9078	3.3606*
ภายในกลุ่ม	3565.9394	874.5750	1862.2101	1647.7136	72	22.8849	
รวมทั้งหมด	4443.6316	856.2632	1966.5263	1801.5292	74		

* ($p < .05$)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวาง ๔๐ ทำให้ต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_a) แสดงว่ามีความแตกต่างของคะแนนการสร้างสังกัดกับชนิดิโชดอยคำเป็นสิ่งเรา (สกก) อย่างจริง ($p < .05$) ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามแต่เนื่องจากต้องการจะ

ให้แน่ใจว่า เป็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างคู่ใด จึงต้องนำคะแนนเฉลี่ย สกค เมื่อคำนวณปรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ ของแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกับกันต่อไปอีก ดังตาราง ๔๑

- Ho : ก. คะแนน สกค ของ คค ไม่ต่างกับ ทล ๑
 ข. คะแนน สกค ของ คค ไม่ต่างกับ ทล ๒
 ก. คะแนน สกค ของ ทล ๑ ไม่ต่างกับ ทล ๒
- Hr : ก. คะแนน สกค ของ ทล ๑ มากกว่า คค
 ข. คะแนน สกค ของ ทล ๒ มากกว่า คค
 ค. คะแนน สกค ของ ทล ๑ ไม่ต่างกับ ทล ๒

ตาราง ๔๑ การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย สกค เมื่อคำนวณปรับจากการถดถอยของ $\bar{Y}$ เนื่องจาก $\bar{X}$ แล้ว

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}'$	t
คค	27	84.2593	89.1481	88.0633	-2.3959*
ทล ๑	26	77.6538	90.9231	91.4136	
ทล ๒	23	76.6957	88.0435	88.7625	
คค	27	84.2593	89.1481	88.0633	.5048

* ($p < .05$)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๔๑ ทำให้ต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (Ho) ในข้อ ข. และข้อ ก. ส่วนข้อ ก. นั้นทฤษฎีเสนอสมมติฐานที่เป็นกลาง ว่ายอมรับสมมติฐานการวิจัย นั่นก็หมายความว่า สมมติฐานข้อ ๓.๒ (กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการ

สร้างสังกัดมากกว่ากลุ่มควบคุม) ในกรณีของการสร้างสังกัด ชนิกิโชดอยค์ เป็นสิ่งเรา (สกก) นี้จะยอมรับว่าเป็นไปไ้จริงระหว่างกลุ่มทดลองที่ ๑ กับกลุ่มควบคุม ส่วนระหว่างกลุ่มทดลองที่ ๒ กับกลุ่มควบคุมนั้นจะคงปฏิเสธสมมติฐานข้อนี้ไปเสีย

ส่วนสมมติฐานข้อ ๓.๓ (ความสามารถในการสร้างสังกัดของกลุ่มทดลองทั้งสองน่าจะ ในทางกัน) นั้นจะคงยอมรับว่าเป็นจริงสำหรับคะแนนการสร้างสังกัดชนิกิโชดอยค์ เป็นสิ่งเรา

สำหรับการพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๓.๔ ที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการสร้าง สังกัดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และข้อ ๓.๕ ที่ว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มน่าจะมีความสามารถ ในการสร้างสังกัดเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ได้ใช้วิธีนำพัฒนาการของการสร้างสังกัดชนิกิโชดอยค์ เป็นสิ่งเรา (D สกค) มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกันดังตาราง ๔๒

Ho : คะแนน D สกค ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน

Hr : คะแนน D สกค มีความแตกต่างกันอยู่ในระหว่างกลุ่ม

ตาราง ๔๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน D สกค

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	mc	F
ระหว่างกลุ่ม	1018.6321	2	509.3161	10.1060**
ภายในกลุ่ม	3678.9994	73	50.3973	
รวมทั้งหมด	4697.6316	75		

** ($p < .01$)

ผลจากตาราง ๔๒ แสดงว่าคงปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (Ho) มายอมรับสมมติฐาน การวิจัย (Hr) ว่าคะแนน D สกค มีความแตกต่างกันอยู่จริง ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ($p < .01$) ซึ่งยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างคู่ใดบ้าง จึงต้องนำคะแนน D สกค

ของกลุ่ตัวอย่างทั้งสามมาเปรียบเทียบกันต่อไปทีละคู่ ดังตาราง ๔๓

Ho : ก. คะแนน $\bar{D}$ สกค ของกลุ่มควบคุม ($\bar{D}$ สกค คค) ไม่แตกต่างจาก
คะแนน $\bar{D}$ สกค ของกลุ่มทดลองที่ ๑ ($\bar{D}$ สกค ทล ๑)

ข. คะแนน $\bar{D}$ สกค ของกลุ่มควบคุม ($\bar{D}$ สกค คค) ไม่แตกต่างจาก
คะแนน $\bar{D}$ สกค ของกลุ่มทดลองที่ ๒ ($\bar{D}$ สกค ทล ๒)

ค. คะแนน $\bar{D}$ สกค ของกลุ่มทดลองที่ ๑ ($\bar{D}$ สกค ทล ๑) ไม่แตกต่าง
จากคะแนน $\bar{D}$ สกค ของกลุ่มทดลองที่ ๒ ($\bar{D}$ สกค ทล ๒)

Hr : ก. $\bar{D}$ สกค ทล ๑ มากกว่า $\bar{D}$ สกค คค

ข. $\bar{D}$ สกค ทล ๒ มากกว่า $\bar{D}$ สกค คค

ค. $\bar{D}$ สกค ทล ๑ ไม่แตกต่างจาก $\bar{D}$ สกค ทล ๒

ตาราง ๔๓ การเปรียบเทียบ (ทดสอบความแตกต่าง) คะแนน $\bar{D}$ สกค ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{D}$	s^2	t
คค	27	4.8889	31.8718	-4.3537** .8667 3.4183**
ทล ๑	26	13.2692	65.6446	
ทล ๒	23	11.3478	54.9644	
คค	27	4.8889	31.8718	

** (p < .01)

ผลจากตาราง ๔๓ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) ข้อ ก. และ
ข้อ ค. และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (Hr) ทุกข้อ หมายความว่า สกคของทั้งสามกลุ่มทั้ง
ข้อ ๓.๔ (กลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างสิ่งกีดขวางเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม) และข้อ ๓.๕
(กลุ่มทดลองทั้งสอง มีความสามารถในการสร้างสิ่งกีดขวางเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน) สำหรับคะแนน

การสร้างสิ่งกับชนิดมีถ้อยคำ เป็นสิ่งเรา นั่นเอง

๔. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสิ่ง

๔.๑ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน กับความคิดสร้างสรรค์

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๔.๑ ที่ว่าความคิดแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ จึงได้นำเสนอการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ ดังในตาราง ๔

H_o : คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนความคิดสร้างสรรค์

H_r : คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์กับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในทิศทางเดียวกัน

ตาราง ๔ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับความคิดสร้างสรรค์

ความคิดแบบสืบสวน สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์	ภาพ-จำนวน	ภาพ-คุณภาพ	ความ-จำนวน	ความ-คุณภาพ
	(สภจ)	(สภค)	(สคจ)	(สคค)
ความเหมือน (สส - ม)	.4755**	.4111**	.4922**	.4052**
ความหมายของเส้น (สส - ส)	.2715*	.2671*	.3831**	.2999*

n = 86

* (p < .05)

** (p < .01)

ผลจากตาราง ๔ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_o) และยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๔.๑ ที่ว่าความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๔.๒ ความคิดแบบสับสนสับสนกับการสร้างสังกัด

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๔.๒ ที่ว่า ความคิดแบบสับสนสับสนจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการสร้างสังกัด จึงได้นำเสนอการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ดังตาราง ๔๕

Ho : คะแนนความคิดแบบสับสนสับสน กับคะแนนความสามารถในการสร้างสังกัด ไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_a : คะแนนความคิดแบบสับสนสับสน กับคะแนนความสามารถในการสร้างสังกัด มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

ตาราง ๔๕ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดแบบสับสนสับสนกับคะแนนความสามารถในการสร้างสังกัด

ความคิดแบบสับสน สับสน	ภาพ-จำนวน (สจจ)	ภาพ-คุณภาพ (สภค)	ความ-จำนวน (สจว)	ความ-คุณภาพ (สภก)
การสร้างสังกัด				
สังกัดสัมพันธ์ (สพ)	.2803*	.3207**	.3741**	.3166*
สังกัดสัมพันธ์ (สภ)	.2525*	.2468*	.3034**	.2307*
ความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ (คค)	-.2328*	-.2405*	-.3175**	-.2467*
คำตอบถูก (ค)	.2833*	.2990*	.3840**	.3606**
การสร้างสังกัดจากแบบสอบถาม (สภก)	.3720**	.3325**	.2882*	.1548

n = 36

*(p < .05)

**(p < .01)

ผลจากตาราง ๔๕ แสดงว่า คะแนนการสร้างสังกัดชนิดใดโดยคำเป็นสิ่งเร้า (สภก) กับคะแนนคุณภาพความคิดแบบสับสนสับสนชนิดโดยคำมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญ เป็นการยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง (Ho) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนทางการ

รับรู้ กับคะแนนความคิดแบบสับสนสับสน ที่ต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) และแสดง
 คาสหสัมพันธ์เป็นลบ แต่เนื่องจากยังคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งก่อกวนเพิ่มขึ้น
 คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้จะยิ่งลดลง ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับ
 ความสามารถในการสร้างสิ่งก่อกวน (ดูเพิ่มเติมที่ตาราง ๔๔, ๔๕, ๓๐ และ ๔๗) ดังนั้นเมื่อคาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้กับคะแนนความคิดแบบสับสนสับสนเป็นลบ
 ก็หมายความว่าคาสหสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสับสนสับสนกับความสามารถในการสร้างสิ่งก่อกวน
 จะเป็นบวกหรือทิศทางเดียวกันตามสมมติฐานการวิจัย (H_1) ที่ตั้งไว้นั่นเอง

นั่นคือนอกจากกรณีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสร้างสิ่งก่อกวน เมื่อใช้ตอบคำถามเป็นสิ่งเรากับคะแนนคุณภาพความคิดแบบสับสนสับสนชนิดตอบคำถามแล้วความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคู่อื่น ๆ
 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ ๔.๒ ที่ตั้งไว้ทั้งสิ้น

๔.๓ ความคิดสร้างสรรค์กับการสร้างสิ่งก่อกวน

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อ ๔.๓ ที่ว่าความคิดสร้างสรรค์กับการสร้างสิ่งก่อกวนน่าจะมี
 ความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน จึงได้นำเสนอการวิเคราะห์คาสหสัมพันธ์ ดังตาราง ๔๖

H_0 : คะแนนความคิดสร้างสรรค์ กับคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งก่อกวน
 ไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : คะแนนความคิดสร้างสรรค์ กับคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งก่อกวน
 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

ตาราง ๔๖ คาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งก่อกวน

การสร้างสิ่งก่อกวน ความคิดสร้างสรรค์	-สัมพันธ์ (สพ)	-สัมพันธ์ (สภ)	คลาดเคลื่อน (คค)	คำตอบ (ค)	จากนับถอยคำ (สคค)
ความเหนียว (สส - ม)	.2750*	.3670**	-.3053**	.3712**	.3772**
ความหมายของเส้น(สส-ส)	.0816	.1246	-.1595	.0646	.1129

n = 86

* ($p < .05$)

** ($p < .01$)

ผลจากการวาง ๔๖ แสดงว่าจะต้องปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง (H_0) สำหรับกรณีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์กับความเหมือนกับความสามารถในการสร้างสิ่งใหม่ นายอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_1) และเกือบจะต้องยอมรับสมมติฐานที่เป็นกลาง สำหรับกรณีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ความหมายของเส้นกับคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งใหม่

และเพื่อสรุปแสดงธรรมชาติของตัวแปรทั้งสามในความสัมพันธ์ภายในของธรรมชาติของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบและวิธีการให้คะแนนชนิดต่าง ๆ และในความสัมพันธ์รวมที่ระหว่างคะแนนแบบต่าง ๆ จึงนำเสนอตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสามในประเภทย่อย ๆ ต่าง ๆ ไว้ ดังตาราง ๔๗

และเมื่อแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นคะแนน Z (Arkind & Calton, 1950 : 122 - 123) หาก Z เฉลี่ยระหว่างภายในตัวแปรชนิดเดียวกัน และระหว่างตัวแปรต่าง ๆ แล้วแปลงค่ากลับเป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อีก จะปรากฏดังตาราง ๔๘

ตาราง ๔๙ การสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนชนิดต่าง ๆ ของตัวแปรที่ศึกษา

	ความถี่แบบสืบสวนสอบสวน			ความถี่สร้างสรรค		การสำรวจสังคม				
	ภาพ-จำนวน	ภาพ-คุณภาพ	ความ-จำนวน	ความ-คุณภาพ	ความ-เงื่อนไข	ความหมายของเส้น	สัมพันธ	สัมฤทธิ์	กลางกลาง	นิยมโดยค่า
ภาพ - จำนวน	1.0000	.9461**	.6116**	.5374**	.4555**	.2715**	.2803*	.2525*	-.2328*	.2833**
ภาพ - คุณภาพ		1.0000	.6025**	.5370**	.4111**	.2671*	.3207**	.2468*	-.2405*	.2990**
ความ - จำนวน			1.0000	.9316**	.4922**	.3831**	.3741**	.3034**	-.3175**	.3840**
ความ - คุณภาพ				1.0000	.4052**	.2999*	.3166**	.2307*	-.2467*	.3606**
ความ-เงื่อนไข					1.0000	.3507**	.2750*	.3670**	-.3053**	.3712**
ความหมายของเส้น						1.0000	.0816	.1246	-.1595	.0646
สัมพันธ							1.0000	.7203**	-.7248**	.8343**
สัมฤทธิ์								1.0000	-.9146**	.6765**
กลางกลาง									1.0000	-.6807**
ถ่วงน้ำหนัก										1.0000
นิยมโดยค่า										1.0000

* ($p < .05$)

** ($p < .01$)

n = 86

ตาราง ๔๔ กาสหสัมพันธ์เฉลี่ยภายในตัวแปร และระหว่างตัวแปรชนิดต่าง ๆ

	ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน	ความคิดสร้างสรรค์	การสร้างสิ่งใหม่
ความคิดแบบสืบสวน สอบสวน	.7658**	.5649**	.4700**
ความคิดสร้างสรรค์		.3507**	.3959**
การสร้างสิ่งใหม่			.5511**

** (p < .01)

สรุป การวิจัยโดยสังเขป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังต่อไปนี้ คือ

๑. เพื่อเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สองแบบ คือ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนแบบที่ใช้สอนกันอยู่โดยทั่ว ๆ ไป โดยจะศึกษาค้นคว้าหาคำตอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน การสร้างสิ่งกับ และความคิดสร้างสรรค์
๒. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน การสร้างสิ่งกับ และความคิดสร้างสรรค์

กลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ โรงเรียนสาธิตนำทัพย์ พระนคร เป็นกลุ่มตัวอย่าง รวม ๓ ห้องเรียน แบ่งเป็น

กลุ่มควบคุม	ชาย ๒๑ คน	หญิง ๑๗ คน
กลุ่มทดลอง ๑	ชาย ๒๒ คน	หญิง ๑๕ คน
กลุ่มทดลอง ๒	ชาย ๑๔ คน	หญิง ๑๕ คน
รวม	ชาย ๖๔ คน	หญิง ๔๗ คน
รวมทั้งหมด		๑๑๑ คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมเก็บข้อมูล

๑. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เป็นแบบทดสอบของ บุญลือ ทองอยู่ และ อรรถัย เกรษฐลักโก (๒๕๑๔) ฉบับรูปภาพ และฉบับข้อความ
๒. แบบทดสอบการสร้างสิ่งกับ เป็นแบบทดสอบของ นิติ สุวรรณศิริ (๒๕๑๕) สองชุด คือ ชุดที่ใช้รูปทรงเรขาคณิตเป็นสิ่งเรากับชุดที่ใช้ถ้อยคำเป็นสิ่งเร้า และใช้เกณฑ์แบบทดสอบชุด

รูปทรงเรขาคณิตให้เป็นสไลด์เพื่อใช้ในการศึกษากครั้งนี้ด้วย ✓

๓. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบของ ไสว เลี่ยมแก้ว (๒๕๑๔) สองฉบับ คือ ฉบับความเหมือน กับฉบับความหมายของเส้น

วิธีทำ เป็นการทดลอง

ทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรทั้งสามก่อนสอน

ทดลองสอนกลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มทดลอง ๒ แบบสับส่วสอส่วนควยตนเอง โดยใ้ภาพ และแผนภูมิ ใน Model B สำหรับกลุ่มทดลอง ๑ และใช้สไลด์ใน Model B สำหรับกลุ่มทดลอง ๒ ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นการสอนแบบที่ใ้กันอยู่โดยทั่วไปตามปกติ ครูประจำชั้นกนเดิมเป็นผู้สอน

วิชาที่สอน คือ วิชาวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อเรื่องเกี่ยวกับพลังงานเชื้อเพลิง ไฟฟ้า และสิ่งมีชีวิต ใช้เวลาสอนหนึ่งภาคเรียน คือ ภาคกลางปีการศึกษา ๒๕๑๔

หลังจากนั้นจึงทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลอีกครั้งหนึ่งภายหลังการสอนเสร็จสิ้นแล้ว

การวิเคราะห์ข้อมูล

เลือกข้อมูลจากเฉพาะนักเรียนที่ทำแบบทดสอบครบทุกฉบับ ได้ทั้งหมด ๗๖ คน มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ดังต่อไปนี้

๑. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนสอน กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังสอนของตัวแปรทั้งสาม โดยการหาอัตราส่วนวิกฤตจาก t - test (Dependent Measures)

๒. หากาอัตราส่วนวิกฤตของตัวแปรทั้งสาม ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบความแตกต่างกราวละสองกลุ่ม (t - test Independent Measures) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทั้งสามในกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ

๓. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสาม คือ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสังกัด โดยใช้สถิติ Product Moment Correlation (r)

สรุปผลการค้นคว้า

๑. เกี่ยวกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๑.๑ คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทุกแบบ ของกลุ่มทดลองทุกกลุ่มเพิ่มขึ้นจากเมื่อทดสอบก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) สอดคล้องกับสมมติฐานเพื่อการวิจัย

๑.๒ คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทุกแบบ ของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นจากเมื่อทดสอบก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๑.๓ เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

๑.๓.๑ คะแนนจำนวนคำถาม จากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับรูปภาพ ของกลุ่มทดลอง ๑ มากกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) สอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ของกลุ่มทดลอง ๒ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกลุ่มควบคุม

๑.๓.๒ คะแนนคุณภาพคำถาม จากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับรูปภาพ ของกลุ่มทดลอง ๑ มากกว่า ของกลุ่มควบคุม อย่างเห็นได้ชัดว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน ของกลุ่มทดลอง ๒ มากกว่าของกลุ่มควบคุม แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๑.๓.๓ คะแนนจำนวนคำถาม จากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับข้อความ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๑.๓.๔ คะแนนคุณภาพคำถาม จากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับข้อความ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๑.๔ เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

๑.๔.๑ คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
 ฉบับรูปภาพของกลุ่มทดลอง ๑ มากกว่ากลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่ง
 ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๑.๔.๒ คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
 ฉบับรูปภาพของกลุ่มทดลอง ๑ มากกว่ากลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่ง
 ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๑.๔.๓ คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความ ของกลุ่มทดลอง ๑
 กับกลุ่มทดลอง ๒ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

๑.๔.๔ คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความ ของกลุ่มทดลอง ๑
 กับกลุ่มทดลอง ๒ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

๑.๕ เปรียบเทียบคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่เพิ่มขึ้น ระหว่างกลุ่มทดลอง
 กับกลุ่มควบคุม

๑.๕.๑ คะแนนจำนวนคำถามความคิดแบบสืบสวนสอบสวนจากแบบทดสอบ
 ฉบับรูปภาพ ของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างเห็นได้ชัด ($p < .01$)
 สอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ของกลุ่มทดลอง ๒ กับกลุ่มควบคุมทางก็เพิ่มขึ้นโดยไม่แตกต่างกันอย่าง
 มีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๑.๕.๒ คะแนนคุณภาพคำถามความคิดแบบสืบสวนสอบสวนจากแบบทดสอบ
 ฉบับรูปภาพ ของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างเห็นได้ชัด ($p < .01$) และ
 ของกลุ่มทดลอง ๒ ก็เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมด้วย ($p < .05$) เป็นไปตามสมมติฐาน

๑.๕.๓ คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความ ที่เพิ่มขึ้นทั้ง
 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๑.๕.๔ คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความที่เพิ่มขึ้นทั้งของ
 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๑.๖ เปรียบเทียบคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่เพิ่มขึ้นในระหว่างกลุ่ม
 ทดลอง

๑.๖.๑ คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพ ของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลอง ๒ ($p < .05$) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๑.๖.๒ คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพ ของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลอง ๒ ($p < .05$) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๑.๖.๓ คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความ ของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นไม่ต่างจากกลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน

๑.๖.๔ คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างจากกลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน

๒. เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

๒.๑ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทุกแบบ ของกลุ่มทดลองทุกกลุ่มเมื่อทดสอบภายหลังการสอนจะเพิ่มขึ้นจากเมื่อทดสอบก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$) สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๒.๑

๒.๒ คะแนนความคิดสร้างสรรค์แบบความเหมือนของกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบหลังสอน กับเมื่อทดสอบก่อนสอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ ๒.๒

๒.๒ ส่วนคะแนนความคิดสร้างสรรค์แบบความหมายของเส้น ของกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบหลังสอนจะเพิ่มขึ้นจากเมื่อทดสอบก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๒.๓ เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

๒.๓.๑ คะแนนความคิดสร้างสรรค์แบบความเหมือน ของกลุ่มทดลอง ๑ มากกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$) สอดคล้องกับสมมติฐาน แต่คะแนนความคิดสร้างสรรค์แบบความเหมือนของกลุ่มทดลอง ๒ นั้นไม่แตกต่างจากของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๒.๓.๒ คะแนนความคิดสร้างสรรค์แบบความหมายของเส้น ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๒.๔ เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

๒.๔.๑ คะแนนความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนความเหมือนของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๒.๔.๒ คะแนนความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนความหมายของเส้น ของกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับสมมติฐาน

๒.๕ เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้น ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

๒.๕.๑ คะแนนความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนความเหมือน ของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) และของกลุ่มทดลอง ๒ ก็เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย ($p < .05$) สอดคล้องกับสมมติฐาน

๒.๕.๒ คะแนนความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนความหมายของเส้นของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมต่างก็เพิ่มขึ้นโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๒.๖ เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้น ในระหว่างกลุ่มทดลองด้วยกัน

๒.๖.๑ คะแนนความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนความเหมือนของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นมากกว่า ของกลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๒.๖.๒ คะแนนความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนความหมายของเส้น ในระหว่างกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับสมมติฐาน

๓. เกี่ยวกับการสร้างสัณทีย

๓.๑ คะแนนความสามารถในการสร้างสัณทียกับทัศนสังกัปลัสมัณ (Ideal Strategy) เพิ่มขึ้นทุกกลุ่ม $p < .05$ สำหรับกลุ่มควบคุมและ $p < .01$ สำหรับกลุ่มทดลอง ทัศนสังกัปลัสมัณ (Conservative Strategy) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ๑ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลการทดสอบก่อนและหลังสอน คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ของกลุ่มควบคุมไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แต่ของกลุ่มทดลอง ๑ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อทดสอบหลังสอน ส่วนของกลุ่มทดลอง ๒ คะแนนดังกัปลัสมัณเพิ่มขึ้น และคะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$) คะแนนค่าตอบถูกของกลุ่มควบคุม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ส่วน

ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$) และคะแนนการสร้างสรรค์กับชนิดของคำของทุกกลุ่ม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$)

๓.๒ การสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

๓.๒.๑ คะแนนสังกัดสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๓.๒.๒ คะแนนสังกัดสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๓.๒.๓ คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๓.๒.๔ คะแนนคำตอบถูกระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๓.๒.๕ คะแนนการสร้างสรรค์เมื่อใช้ถ้อยคำเป็นสิ่งเร้า ของกลุ่มทดลอง ๑ มากกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) สอดคล้องกับสมมติฐาน ส่วนกลุ่มทดลอง ๒ ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

๓.๓ เปรียบเทียบการสร้างสรรค์กับระหว่างกลุ่มทดลอง

คะแนนการสร้างสรรค์กับทุกชนิดของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด นับว่าเป็นการสอดคล้องกับสมมติฐาน

๓.๔ การสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลอง เปรียบเทียบกับของกลุ่มควบคุม

๓.๔.๑ คะแนนสังกัดสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$) สอดคล้องกับสมมติฐาน ส่วนของกลุ่มทดลอง ๑ เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกับของกลุ่มควบคุม

๓.๔.๒ คะแนนการสร้างสรรค์เมื่อใช้ถ้อยคำเป็นสิ่งเร้า ทั้งของกลุ่มทดลอง ๑ และกลุ่มทดลอง ๒ เพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) สอดคล้องกับสมมติฐาน

๓.๔.๓ คะแนนสังกัดสัมฤทธิ์ คะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ และคะแนนคำตอบถูก ของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นไม่มากกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

๓.๕ การสร้างสังกัดที่เพิ่มขึ้นในระหว่างกลุ่มทดลองภายใน

คะแนนการสร้างสังกัดทุกชนิดของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ สอดคล้องกับสมมติฐาน

๔. เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

๔.๑ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทุกประเภทมีความสัมพันธ์กับความถนัดสร้างสรรค์ ภูมิปัญญา (r = .4555, .4111, .4922 และ .4052 p < .01) และความคิดสร้างสรรค์กับความหมายของเส้น (r = .2715, .2671, .3831 และ .2999 p < .05) อย่างมีนัยสำคัญสอดคล้องกับสมมติฐาน

๔.๒ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทุกประเภทมีความสัมพันธ์กับการสร้างสังกัดเมื่อใช้ถ้อยคำ เป็นสิ่งเร้าอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (r = .1548) นอกจากนี้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทุกประเภทมีความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการสร้างสังกัดทั้งนั้น คือ ในระดับ p < .05 พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพกับคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์ สังกัดสัมฤทธิ์ ความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ และคำตอบถูก (r = .2803, .2525, .2328 และ .2833) คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพ กับคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์ ความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ และคำตอบถูก (r = .2468, .2405, .2990) คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความ กับคะแนนการสร้างสังกัดฉบับถ้อยคำ (r = .2882) รวมทั้งระหว่างคะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความกับคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์ และความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ (r = .2307, .2467) และในระดับ p < .01 พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบชนิดรูปภาพ กับคะแนนการสร้างสังกัดฉบับถ้อยคำ (r = .3720) คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพกับคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์ และการสร้างสังกัดฉบับถ้อยคำ (r = .3207, .3325) คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความกับคะแนนสังกัดสัมฤทธิ์ สังกัดสัมฤทธิ์ ความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ และคำตอบถูก

($r = .3741, .3084, .3175$ และ $.3840$) รวมทั้งระหว่างคะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับข้อความกับคะแนนสิ่งพิมพ์ และคำตอบถูก ($r = .3166, .3606$) ซึ่งเป็น การสอดคล้องกับสมมติฐาน

๔.๓ การสร้างสิ่งพิมพ์เมื่อคิดคะแนนสิ่งพิมพ์กับความสัมพันธ์ในระดับ $p < .05$ กับความคิดสร้างสรรค์แบบความเหมือน ($r = .2750$) ส่วนเมื่อคิดคะแนนแบบอื่น ๆ มีความสัมพันธ์ในระดับ $p < .01$ กับความคิดสร้างสรรค์แบบความเหมือนทั้งหมด ($r = .3670, .3053, .3712$ และ $.3772$) ตามสมมติฐาน แต่การสร้างสิ่งพิมพ์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์แบบความหมายของเล่น อย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = .0816, .1246, .1595, .0646$ และ $.1129$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานเช่นเดียวกัน แต่ไม่สัมพันธ์กันมากจนถึงระดับที่นัยสำคัญ

อภิปรายผล สรุปประเมินผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลทั่วไป

จุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การศึกษาของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อ ความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งกับ และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน โดยเปรียบเทียบกับการสอนที่ใช้กันอยู่โดยทั่ว ๆ ไปตามปกติ ซึ่งอาจสรุปผลวิจัยที่สำคัญ ๆ ได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบสวนสอบสวนนี้ส่งผลต่อสมรรถภาพการคิดของนักเรียน ทั้งในทางความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งกับ และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ไ้มากกว่าการสอนแบบปกติที่ใช้กันอยู่โดยทั่ว ๆ ไปตามปกติ และอาจจะประเมินผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยอาศัยเกณฑ์ในการประเมินจากมาตราส่วนประเมินผลการประชุมอบรมเรื่อง การวิจัย (วิบูลย์ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๖ ก) มาตราส่วนแบบประเมินผลการวิจัยทั่วไป (พจน์ จันทรวิระกุล, มปป.) และเกณฑ์เกี่ยวกับการควบคุมการทดลอง (Van Dalen, 1966 : 244 - 253, 261 - 266, 442 - 454) มาพิจารณาประกอบกันในทางความเที่ยงตรงในการทดลองทั้งสองประการคือ

ความเที่ยงตรงภายใน (Internal Validity) กับความเที่ยงตรงภายนอก (External Validity) สำหรับความเที่ยงตรงภายในคือการพิจารณาว่าจะกล่าวได้มั่นใจมากน้อยเพียงใดว่า ผลการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับ ความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งกับ และความคิดแบบสืบสวนสอบสวนนั้น เกิดขึ้นเนื่องมาจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ที่ศึกษาโดยการ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนแบบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปตามปกติ ส่วนความเที่ยงตรงภายนอก คือการพิจารณาว่าจะกล่าวได้มั่นใจมากน้อยเพียงใดว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาค้นคว้านี้จะถือเป็นตัวแทนของมวลประชากรทั่วไปได้ และผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ นั้น จะเกิดขึ้นต่อ ความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งกับ และความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนเหล่านั้นได้ในทำนองเดียวกัน

ในส่วนของความเที่ยงตรงภายในปรากฏว่า สมมติฐานที่ตั้งไว้ได้รับการตรวจสอบได้ครบทั้งหมด จากผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่มีคุณภาพสูงพอสมควร ทั้งในแง่ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างทางทฤษฎี (Construct Validity) และในกรณีที่ต้องคัดค้านเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลเฉพาะจากนักเรียนที่ทำแบบทดสอบครบทุกฉบับนั้น ก็เป็นเสมือนหนึ่งการสุ่มตัวอย่างออกมาจากประชากรที่ไต่ถามการทดลองสอนอีกทีหนึ่ง โดยถือเกณฑ์ในการสุ่มเอาจากการทำแบบทดสอบครบทุกฉบับนั่นเอง ซึ่งปรากฏว่า กลุ่มทดลอง ๑ ซึ่งมี ๓๗ คน ต้องสุ่มออก ๑๑ คน กลุ่มทดลอง ๒ ซึ่งมี ๓๓ คน ต้องสุ่มออก ๑๐ คน และกลุ่มควบคุมซึ่งมี ๓๘ คน ต้องสุ่มออก ๑๑ คน เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วก็ไม่จำเป็นต้องสูญหายไปจากการทดลองศึกษา (Experimental Mortality) ตามนัยการควบคุมเกี่ยวกับทดลองของ แวน คาเลน (1966 : 251) และกลับยิ่งส่งผลต่อความเที่ยงตรงภายในมากขึ้นอีกด้วย ส่วนในแง่ตัวแปรแทรกซ้อน (Extraneous Variables) นั้น พบว่ามีองค์ประกอบหลายประการที่อยู่นอกขอบข่ายที่คณะกรรมการวิจัยจะดำเนินการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ผู้วิจัยไม่อาจจัดแบ่งกลุ่มนักเรียนใหม่ตามประสงค์ หรือจัดแบ่งกลุ่มเพื่อให้เกิดลักษณะกลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มได้สมบูรณ์ขึ้นกว่านี้ เพราะถ้าเป็นเช่นนั้นจะต้องสร้างความโกลาหลและกระทบกระเทือนต่อการจัดชั้นเรียนและการดำเนินการสอนการเรียนของโรงเรียน เป็นการจู่ระบบใหม่ซึ่งจะทำให้ขัดต่อระบบการดำเนินการตามปกติมาก และยังไม่สามารถจัดการติดต่อเกี่ยวของระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมได้อย่างเต็มที่ เพราะห้องเรียนที่อยู่ใกล้กัน บางคนเป็นเครือญาติกัน หรือเพื่อนต่างห้องกันก็มีการพูดคุยกันถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ต่างคนต่างได้รับอยู่เสมอ ความแตกต่างระหว่างครูที่ทำการสอนสองกลุ่มในเชิงบุคลิกภาพทาง ๆ อาจจะมีผลต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาได้ การต้องผ่านการทดสอบหลายฉบับอาจทำให้นักเรียนรู้สึกเล้าและเบื่อหน่าย อันจะส่งผลต่อคุณภาพความคิดที่แสดงออกในการทำแบบทดสอบครั้งหลัง ๆ และการทดสอบจากแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ทั้งตอนทดสอบก่อนสอนและตอนทดสอบหลังสอน อาจทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อาจจากแบบทดสอบชั้นใด แต่เนื่องจากเป็นการวิจัยตามแผนแบบที่มีทั้งการทดสอบก่อนสอน และการทดสอบหลังสอน และนอกจากนั้นยังได้ใช้วิธีการควบคุมโดยทางสถิติโดยการวิเคราะห์ผลและยืนยันผลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Co - variance) ซึ่งเป็นการเพิ่มอำนาจในการควบคุมขึ้น

เนื่องจากการลดขอบเขตความแปรผันของตัวแปรที่ร่วมกัน (Huck, 1972 : 42 - 46) ด้วยวิธีการปรับค่าตัวแปรคะแนนการสอบหลังสอนตามสัมประสิทธิ์การถดถอยของคะแนนการสอบหลังสอนที่เนื่องมาจากคะแนนการสอบก่อนสอนอีกด้วย เพื่อแก้ปัญหเกี่ยวกับผลที่อาจมีขึ้นจากตัวแปรแทรกซ้อนเหล่านั้น ส่วนตัวแปรแทรกซ้อนอื่น ๆ ที่อยู่ในขอบข่ายจะควบคุมได้ ก็ไปป้องกันมิให้เข้ามาส่งผลกระทบ (Confound) ต่อสิ่งที่จะศึกษา ครั้งนี้อย่างมากที่สุดเท่าที่จะสามารถอยู่ได้ เช่น สภาพแวดล้อม เหตุการณ์ และกิจกรรมต่าง ๆ ที่แวดล้อมอยู่ภายในโรงเรียน นอกเหนือจากการทดลองสอนก็เหมือนกันทุกประการ เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถต่าง ๆ ในการวิจัยเป็นชุดเดียวกัน และการควบคุมเกี่ยวกับลำดับเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกันไปเท่า ๆ กันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยสม่ำเสมอที่สุดเท่าที่จะไม่กระทบกระเทือนต่อโครงแบบการสอน เป็นต้น

ในการประวัติและรายละเอียดเกี่ยวกับสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียนเป็นส่วนตัวเป็นรายบุคคลนั้น อาจจะมีแตกต่างกันอยู่บ้างก็ได้ แต่ก็อยู่นอกขอบข่ายความสามารถจะจัดการ และเท่าที่สังเกตจากลักษณะภายนอก ตลอดจนระยะเวลาการทดลองก็อาจกล่าวได้ว่าไม่พบความแตกต่างเด่นชัดเกี่ยวกับค่านี้อยู่ และถึงโรงเรียนนี้เป็นโรงเรียนสำหรับทวยราษฎร์ทั่วไป เป็นของรัฐ ที่ไม่มีข้อจำกัดใด ๆ เกี่ยวกับสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นการเปิดโอกาสให้กว้างขวางสำหรับทุกบุตร กลุ่ลธิกา โดยทั่วไปอยู่ด้วยแล้ว ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าเป็นลักษณะสัมพันธ์กับรายละเอียดในค่านี้อย่างหนึ่ง ทำให้สถานะโดยส่วนรวมของโรงเรียนนี้อยู่ในระดับกลาง ๆ และอาจจะถือ (Assumed) ได้ว่าเป็นกลุ่มประชากรเดียวกัน

ส่วนในค่านี้อย่างตรงตามภายนอกนั้น เนื่องจากเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเองก็พอจะกล่าวได้ว่า ถ้าหากใช้การสุ่มที่ถูกต้องแล้วน่าจะเป็นกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของมวลประชากรไทยพอสมควร สำหรับประชากรระดับกลาง ๆ ทั่วไป แต่อาจจะคำนึงในแง่ของการเป็นโรงเรียนในเมืองหลวงแล้ว ก็น่าจะค่อนข้างมีระดับอยู่บ้าง เมื่อจะมองอ้างอิงผลไปยังกลุ่มประชากรนักเรียนทั้งจังหวัด โดยเฉพาะนักเรียนทั้งจังหวัดที่อยู่นอกเขตเทศบาล แม้ว่าอาจจะมีนักเรียนที่เพิ่งจะอพยพตามมาครอบครัวเข้ามาอยู่ในเมืองหลวงอยู่บ้าง แต่ก็มีสภาพการณ์ต่าง ๆ เป็นนักเรียนเมืองหลวงไปแล้ว แต่อาจจะถือเป็นกลาง ๆ ว่าเพียงแต่นำผลที่ได้ไปอธิบายและทำนายผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนต่อเด็กนักเรียนไทยทั่ว ๆ ไปที่มีลักษณะต่าง ๆ คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง

ทำให้ในการทดลองครั้งนี้ ว่าจะส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น การสร้างสิ่งก็เพิ่มขึ้น และมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มขึ้นได้ ก็จะทำให้ อย่างมีความเชื่อมั่นพอสมควร เพราะ การดำเนินการศึกษาก่อนหน้านี้ได้กระทำโดยหลักการทั้งทางทฤษฎีพื้นฐาน และกระบวนการ เกี่ยวกับการวิจัยที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างมั่นคง และมีหัวใจที่จะสืบค้น แสวงหา (Spirit of Inquiry) ทนทานที่จะพัฒนาหลักการ วิธีการ และกลวิธีต่าง ๆ ให้ดี และเหมาะสมยิ่งขึ้น ๆ ต่อไป กล่าวโดยทั่วไปแล้วก็จะเสนอเป็นสมมติฐานเพื่ออย่างน้อยที่สุด จะได้เป็นขั้วหนึ่งในการศึกษาคนต่อไปในวันข้างหน้าใฝ่ปรารถนาว่า ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบสวนสอบสวนที่คือนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ นั้นจะเกิดขึ้นต่อความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่งก็ และความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนเหล่านั้นได้ในทำนองเดียวกัน

อภิปรายผลที่เกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ

ความคิดสร้างสรรค์

เมื่อทดสอบภายหลังการสอนปรากฏว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทุกฉบับ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญสูงมากเห็นได้ชัด สอดคล้องกับสมมติฐานที่คาดหวังไว้ตั้งแต่แรก ส่วนสมมติฐาน ที่กล่าวว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และน่าจะมีพัฒนาการของคะแนน ความคิดสร้างสรรค์มากกว่ากลุ่มควบคุมนั้น พบว่าสำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือนได้ผล ตามสมมติฐานข้างต้น คือ กลุ่มทดลอง ๑ มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือนมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับนี้ของกลุ่มทดลอง ๒ ที่รับจากกา สัมประสิทธิ์การถดถอยของคะแนนจากการทดสอบหลังสอน (Y) เนื่องจากการทดสอบก่อนสอน (X) สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนที่พัฒนาการ เพิ่มขึ้น หรือความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบหลังสอน กับผลการทดสอบก่อนสอนแล้ว พบว่าคะแนน พัฒนาการของกลุ่มทดลองทั้งสองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสิ้น คือ กลุ่มทดลอง ๑ มีการพัฒนาการมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ กลุ่มทดลอง ๒ มีพัฒนาการมากกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ทั้งนี้หมายความว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน สามารถส่งผลให้ความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นไวกว่าการสอน

ที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปตามปกติ ในฉบับความเหมือน ซึ่งทดสอบการระลึกเปรียบเทียบในสิ่งที่เหมือนกัน หรือคล้ายกันของสิ่งที่กำหนดให้ วันสวดคล้องกับขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (O-E-P-C) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสังเกตลักษณะนิยามทางกายภาพ การแสดงอาการต่าง ๆ การมีหรือไม่มีสิ่งต่าง ๆ และลักษณะโครงสร้างทางกายภาพเป็นเบื้องต้น รวมทั้งการฝึกหัดตามขบวนการอธิบาย สร้างสมมติฐาน ทำนาย ทดสอบสมมติฐาน และขบวนการควบคุมสร้างสรรค์ จะเห็นได้ว่า การฝึกในขั้นการสังเกตลักษณะนิยามของสิ่งต่าง ๆ อย่างวิเคราะห์นั้น มีอิทธิพลไปถึงการคิดในแง่ต่าง ๆ ของนักเรียนได้จริง

ส่วนคะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความหมายของเส้นนั้น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด ทั้งจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมและการเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการของทุกกลุ่ม

ที่เป็นเช่นนี้อาจจะมีผลสืบเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ หลายประการด้วยกัน อาทิเช่น (๑) การศึกษาคนควาได้ทดลองและศึกษาค้นคว้าในเวลาจำกัด เพียงภาคเรียนเดียว คิดเป็นชั่วโมงที่นักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับกระบวนการสืบสวนสอบสวน ก็เพียงประมาณ ๓๕ ชั่วโมงเท่านั้น ชั่วโมงเรียนนอกจากนั้นอาจกล่าวได้ว่าเป็นเวลาที่นักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับแนวการสอนที่เป็นแบบกลุ่มควบคุมทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นว่าสัดส่วนของการได้รับการทดลองสอนแบบนี้สั้นและจำกัดมาก ยิ่งเป็นการศึกษาค้นคว้าที่ต่อความคิดสร้างสรรค์ อันเป็นสมรรถภาพในการคิดอย่างสูง ต้องมองเห็นหนทางใดหลายแง่มุม (ไลว เลียมแกว, ๒๕๑๔) ใช้วิธีการคิดแตกต่างจากผู้อื่น (Landgren, 1966) และไม่ทำตามผู้อื่นอย่างไรเหตุผล (สรวงศ์ โค้วตระกูล, ๒๕๐๘) ก็จะได้เห็นว่า การศึกษาค้นคว้าที่ต่อความคิดสร้างสรรค์เช่นนี้ จะต้องเกี่ยวข้องไปถึงการเปลี่ยนแปลงและทัศนคติในการคิดของนักเรียนอีกด้วย นักเรียนถูกครอบงำมาด้วยความหมายที่แฝง (Hidden Messages) อยู่ในระบบการศึกษา (Bennett, 1973 : 9, 11 - 12) มากกว่า ๖ ปี จนคุ้นเคยกับการเรียนที่มักจะท่องจำ คิดตามแบบแผนในทิศทางเดียว ซึ่งใช้พลังในการคิดมากกว่าการเปลี่ยนไปคิดหาทางออกให้เป็นหลายแง่มุม ทำให้การเปลี่ยนแปลงเป็นไปได้ยาก ในระยะเวลาสั้น ๆ อันจำกัด (๒) การสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่นำออกทดลองใช้เป็นขั้นเริ่มแรก จะต้องปรับปรุงกลวิธีต่าง ๆ เพิ่มเติมให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกลมกลืนกับสภาวะ

เศรษฐกิจและสังคมต่อไปอีก โดยเฉพาอย่างยิ่งจะต้องพัฒนาการสอนตามโครงแบบและการปรับตามสภาพเพื่อให้ขบวนการ O - E - P - C (และ EM) เกิดขึ้นในการเรียนการสอนได้ครบทุกขบวนการ การปรับของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (ดูบันทึกท้ายบทที่ ๑) เนื่องจากปัญหาทางด้านการยึดหยุ่นของตารางเรียนและเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน รวมทั้งทัศนคติที่มีแนวโน้มไปทางคนเนื้อหาที่มีอยู่ในสังคมและระบบการศึกษาไทย (Bennett, 1973 : 6 - 9) ประกอบกับความไม่เหมาะสมของการปรับขบวนการ O - E - P - C ให้เกิดขึ้นได้ครบในเวลาอันตายตัว เช่นนั้น ทำให้การเรียนการสอนไม่สามารถดำเนินการไปได้ครบขบวนการได้เป็นหลาย ๆ ครั้ง ต้องมอบงานให้ทำขบวนการขั้น C นอกห้องเรียน ขบวนการขั้น P ก็มีปัญหาเช่นนี้ด้วยบ้าง เช่นเดียวกันเป็นบางครั้ง ดังนั้นโอกาสของนักเรียนที่จะฝึกการคิดอย่างสร้างสรรค์ ตามขบวนการสืบสวนสอบสวน จึงไม่อาจเกิดขึ้นได้เต็มที่อยู่แล้ว ตามสภาพนี้แล้วที่จริงก็ไม่แน่ว่าจะต่างจากกลุ่มควบคุมมากนัก (๓) การแข่งขันกัน เนื่องจากกลุ่มควบคุมทราบว่า เป็นการทำแบบทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลอง และการได้มาทำแบบทดสอบของกลุ่มควบคุมอาจถือได้ว่าเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศในห้องเรียนอีกอย่างหนึ่ง จึงทำให้กลุ่มควบคุมพยายามใช้ความสามารถอย่างมากที่สุด เพื่อแข่งขันกับเพื่อนในกลุ่มทดลอง (๔) ผลการสอนในกลุ่มควบคุมอาจส่งผลต่อแนวความคิดสร้างสรรค์ชนิด มองโง่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างต่าง ๆ ได้ดีก็เป็นได้ จึงทำให้ผลคะแนนวัดความหมายของเส้นของนักเรียนกลุ่มนี้ เมื่อทดสอบภายหลังการสอนมากกว่า เมื่อทดสอบก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ ซึ่งไม่พบความแตกต่างเช่นนี้ในคะแนนความคิดสร้างสรรค์ และความเหมือนแคะอย่างใด

การสร้างสังกัด

ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ากลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มทางจะมีความสามารถในการสร้างสังกัด เมื่อทดสอบก่อนสอนเพิ่มขึ้นจากเมื่อทดสอบก่อนสอนนั้น ผลที่ได้ไม่ว่าจะสรุปได้ว่าจะเป็นไปตามสมมติฐาน หรือคัดค้านกับสมมติฐานทั้งหมดอย่างเห็นได้ชัด เพียงแต่มิแนวโน้มไปในทางที่ว่ากลุ่มทดลองจะมีความสามารถในการสร้างสังกัด เมื่อทดสอบภายหลังการสอนเพิ่มขึ้นจากเมื่อทดสอบก่อนสอน สม่่า เสนอในคะแนนการสร้างสังกัดหลายชนิดมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะส่งผลต่อการสร้างสังกัดได้ เนื่องจากแนวทางการสร้างสังกัดจะสามารถ

พัฒนาตัวเองเพื่ออรรถาธิบายของผู้เรียนเพิ่มขึ้น แต่ถ้ามองการสอนเกี่ยวกับการสร้างสิ่งทึบด้วยก็ยอมจะพัฒนาได้เร็วขึ้น (บัณฑิต ชื่นพัฒนพงศ์, ๒๕๔๕ : ๓๖)

ส่วนสมมติฐานที่ว่า กลุ่มทดลองน่าจะมีความสามารถในการสร้างสิ่งทึบมากกว่ากลุ่มควบคุม และมีพัฒนาการในด้านการสร้างสิ่งทึบมากกว่ากลุ่มควบคุมนั้น จากผลที่พบปรากฏว่า กลุ่มทดลองแสดงความสามารถในการสร้างสิ่งทึบมากกว่ากลุ่มควบคุม และมีการพัฒนาในด้านการสร้างสิ่งทึบได้เร็วกว่ากลุ่มควบคุม แม้จะใช้เวลาทำการทดลองสอนเพียงระยะเวลาช่วงสามเดือนเท่านั้น จึงน่าจะเป็นไฉนมาก ว่าการสอนในแบบสืบสวนสอบสวนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างวิเคราะห์ ใช้การสังเกต และขบวนการวิทยาศาสตร์อย่างอื่น น่าจะส่งผลต่อการสร้างสิ่งทึบไฉนมากกว่าการสอนแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติซึ่งไม่ตรงกันกับผลการศึกษาที่ โวลเคอร์ พบว่าวิธีการสอนที่นักเรียนมีพัฒนาการมาก กับที่ครูมีพัฒนาการมากในการสรุปกฎเกณฑ์นั้น สิ่งทึบที่นักเรียนเรียนได้จากวิธีการทั้งสอง ต่างก็มิได้ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน (Ramsey and Howe, 1969 : 32) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ากลุ่มตัวอย่างของ โวลเคอร์ เป็นนักเรียนประถม ๒ - ๖ ซึ่งยังอยู่ในระดับของพัฒนาการของงานการคิดที่ต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ที่เป็นนักเรียนประถมปีที่ ๗ จึงอาจทำให้ลักษณะ คุณภาพ และผลการสร้างสิ่งทึบของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาทั้งสองครั้งแตกต่างกันออกไปได้ หรือการวิจัยของ โวลเคอร์ เน้นถึงสิ่งทึบที่เรียนได้แต่การศึกษาคั้งนี้มุ่งเน้นถึงลักษณะและการสร้างสิ่งทึบมากกว่าของ โวลเคอร์ หรืออาจจะเป็นเพราะว่าวิธีการ (Treatment) ของ โวลเคอร์ นั้นแบ่งแยกบทบาทของครูกับนักเรียนในการสรุปเป็น กฎ สูตร และการกล่าวขานเป็นกฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไป ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มออกแตกต่างกันอย่างได้ชัดเจน (Continuum) ตรงข้ามกันจริง ๆ ส่วนวิธีการที่ใสสอนแบบสืบสวนสอบสวนในการศึกษาครั้งนี้ เป็นวิธีผสมผสานให้เกิดผลดีเท่าที่จะเป็นไปได้ในแต่ละสถานการณ์ของการเรียนการสอน (ดูภาพประกอบ ๕ ; บทที่ ๓) ก็เป็นได้เช่นกัน ซึ่งตลอดจะสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ โคลป์ (Ramsey and Howe, 1969 : 32) ที่ว่าเมื่อครหาทางผสมผสานสิ่งที่เกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นหน่วยเดียวกันมีความหมายต่อกันและกัน ก็น่าจะทำให้การสร้างสิ่งทึบที่สัมพันธ์กันเป็นไปได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

คะแนนมาก ๆ ควบ ทุกกลุ่มจึงพยายามถามมาก ๆ ในการทดสอบครั้งหลัง เพื่อแข่งขันกัน

(๓) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเองระหว่างห้องต่าง ๆ โดยไม่จำกัดว่าเป็นกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลอง เพราะสภาพห้องเรียนที่อยู่ติดกัน นักเรียนจะสังเกตการเรียนการสอน และเหตุการณ์แปลก ๆ ของห้องอื่น ๆ อยู่เสมอ และนักเรียนต่างห้องหลาย ๆ คนอยู่ในกรอบรั้วเดียวกัน สภาพทั้งหลายนี้ทำให้ชาวกราว วิธีการ และแนวทางการความรู้ใหม่ ๆ ได้รับการหยิบยื่นส่งต่อ (Disseminate) ไปมาระหว่างกันอยู่เสมอ ก็เป็นไปได้

ส่วนการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ปรากฏว่า กลุ่มทดลอง ๑ มีคะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างเห็นได้ชัดเจนนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .01$ มีพัฒนาการของคะแนนคุณภาพคำถามฉบับรูปภาพมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .01$ และมีพัฒนาการของคะแนนจำนวนคำถามฉบับรูปภาพมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .05$ ส่วนกลุ่มทดลอง ๒ ก็มีพัฒนาการของคะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .05$ แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้เป็นวิธีการ (Treatment) ในการพัฒนาความคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้จริงแบบหนึ่ง เป็นไปตามสมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาค้นคว้าของ ชุคแมน (๑๙๖๒) และของคูรวมโครงการการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้งหมด (๒๕๑๕, ๒๕๑๖) แนวว่า คะแนนเกี่ยวกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับข้อความจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ใช้เวลาในการศึกษาเปรียบเทียบนานกว่านี้และลดตัวแปรแทรกซ้อน (Extraneous Variables) ที่จะเขามารบกวนผลของการศึกษาออกให้มากที่สุด ก็น่าจะเป็นไปได้ว่า ควรจะพบความแตกต่างเหล่านั้นได้บาง

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ นอกเหนือจากมุ่งเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้ว ยังมีการเปรียบเทียบภายในระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองอีกด้วย อันอาจจะนับได้ว่าเป็นการเปรียบเทียบผลของทรีโซ่สองแบบ คือ แบบที่เป็นภาพและแผนภูมิ ใน Model B ของกลุ่มทดลอง ๑ และแบบที่เป็นภาพฉายจากสไลด์ ใน Model B ของกลุ่มทดลอง ๒ โดยที่ Model A (การสอนสิ่งที่ป็นนามธรรม) และ

Model C (การสอนสิ่งที่เป็นรูปธรรม) ของกลุ่มทดลองทั้งสองมีสภาพการเช่นเดียวกันทุกประการ ต่างกันเพียง Model B ซึ่งเป็นทัศนสัญลักษณ์เท่านั้น ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าจึงได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า ผลจากการสอนที่ใช้ภาพและแผนภูมิใน Model B ของกลุ่มทดลอง ๑ จะไม่แตกต่างจากผลการสอนที่ใช้สไลด์ใน Model B ของกลุ่มทดลอง ๒ เพราะเพียงแค่นี้แตกต่างจากแนวคิดที่ว่าเมื่อสาระ (Message) เป็นเช่นเดียวกันการเปลี่ยนแปลงสื่อไปแต่เพียง Model เดียว แต่ยังคงดำเนินการสอนไปแบบเดียวกันและ Model อื่น ๆ อีกทั้งสองก็ยังใกล้เคียงกันอยู่ด้วยกัน ผลที่ได้ก็ไม่ควรจะแตกต่างกัน จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผลของการสร้างสิ่งก่อกำเนิดสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งตามแนวคิดข้างต้น ทุกขั้นตอนของการสร้างสิ่งก่อกำเนิดไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ เลย ส่วนคะแนนความคิดสร้างสรรค์นั้นผลสอดคล้องกับสมมติฐาน ในด้านคะแนนความหมายของเส้น สำหรับคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนก็สอดคล้องกับสมมติฐานแต่เพียงฉบับข้อความเท่านั้น ทั้งชนิดคะแนนจำนวนและคะแนนคุณภาพคำถาม นอกจากนี้ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะแสดงความแตกต่างระหว่างผลที่เกิดจากสื่อต่างชนิดกัน หรือระหว่างกลุ่มทดลอง ๑ กับกลุ่มทดลอง ๒ ทั้งหมดคือ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือน กลุ่มทดลอง ๑ สูงกว่ากลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) คะแนนพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ฉบับความเหมือน กลุ่มทดลอง ๑ มากกว่ากลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) คะแนนจำนวนคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับรูปภาพ กลุ่มทดลอง ๑ สูงกว่ากลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) คะแนนพัฒนาการจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ กลุ่มทดลอง ๑ ไม่มากกว่ากลุ่มทดลอง ๒ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) คะแนนคุณภาพคำถามจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับรูปภาพก็เช่นเดียวกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ $p < .05$ ทั้งในด้านการเปรียบเทียบคะแนนคุณภาพคำถามที่ปรับค่าแล้ว และในด้านการพัฒนาการของคะแนนคุณภาพคำถาม

อาจกล่าวได้ว่า สื่อเข้ามามีอิทธิพลต่อคุณภาพของสาระอย่างพอจะเห็นได้ชัดทีเดียว สอดคล้องกับข้อคิดของ มาร์แชล แมคลูฮัน (Marshall McLuhan) ในเรื่องนี้ที่ว่า สื่อก็คือสาร (นิโคลัส เบ็นเน็ต, ๒๕๑๖ : ๖) และแนวคิดที่ว่าลักษณะการสัมผัส (กับสื่อ) จะมีอิทธิพลต่อการรับความหมายของสาร (De Fleur & Larsen, 1958 : 14) ขยายความได้ว่าในสภาพ

ของสื่อเองก็มีสาระที่พร้อมจะส่งออกมาสอแทรกไปกับสาระ (Message) ที่ผู้ส่งสารตั้งใจจะให้สื่อทำหน้าที่เป็นพาหะส่งสารอยู่แล้ว

เช่นในที่นี้นอกจากสาระในภาพต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยใช้ในการสอนแล้ว ความเป็นแผนภาพ แผนภูมิ และภาพนิ่งนั้นเองก็จะมีสาระในทำนองที่ว่า เป็นสื่อการสอนที่จะใช้เวลาที่มากอยู่นานเท่าไรก็ได้ เปิดโอกาสให้คนดูใช้ได้อยู่นาน ๆ (สมพงษ์ สิริเจริญ และคนอื่น ๆ, ๒๕๐๖ : ๓๓ - ๓๔) และจะนำออกใช้ครั้งละหลาย ๆ แผนพร้อมกันเพื่อเปรียบเทียบบางสิ่งบางอย่างก็ได้ เป็นต้น ในขณะที่เดียวกัน ความเป็นสไลด์ก็จะมีสาระในทำนองที่ว่า ห้องเรียนจะค่อนข้างมีค่านักเรียนจะต้องย้ายห้องเรียนจากห้องเดิมไปยังห้องพิเศษที่จัดไว้โดยเฉพาะ หรือเป็นการย้ายห้องเรียนไปหาสื่อ เป็นเรื่องพิเศษที่นักเรียนจะต้องมีหน้าที่มากขึ้น เช่น คอยเปิด - ปิดหน้าต่าง คอยเปิด - ปิดม่านกันแสงสว่าง (เป็รื่อง กุมท, ๒๕๑๖) และใช้ฉายโคครั้งละภาพ เหล่านี้เป็นต้น

นอกจากแนวคิดในเรื่อง "สาระของสื่อ" ดังที่กล่าวมาแล้ว สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงว่าจะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างการคิด และการรู้ของนักเรียนที่ได้อ่านศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ อาจจะรวมไปถึงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับสาระ ระหว่างสื่อกับนักเรียน ระหว่างสาระกับสื่อ กับผู้เรียน และระหว่างสื่อกับสภาพแวดล้อมอื่น ๆ อีกด้วย

หากผลที่พบในขั้นต้นจะเน้นความคิดสร้างสรรค์กับความคิดเหมือน ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน คะแนนจำนวนคำถามจากฉบับรูปภาพ และคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับรูปภาพ นั้นแสดงว่าในการศึกษาครั้งนี้ การใช้แผนภาพ และแผนภูมิ ที่เป็นภาพนิ่งเป็นแผน ๆ ใน Model B จะส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์กับความคิดเหมือน และความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับรูปภาพได้ดีกว่าการใช้สไลด์ใน Model เดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลทางความสัมพันธ์กับการปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ แล้วอาจเนื่องมาจากสไลด์ที่ใช้นั้นเป็นการถ่ายทอดมาโดยตรงจากแผนภาพและแผนภูมิอีกทอดหนึ่ง ทำให้ขาดคุณลักษณะเด่นที่ควรจะเป็นไปได้ ส่วนการใช้สื่อทั้งสองแบบจะส่งผลกระทบต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับข้อความ และความคิดสร้างสรรค์กับความคิดหมายของเส้นไม่แตกต่างกัน ซึ่งในกรณีเหล่านี้ แสดงว่าสื่ออาจจะแสดงอิทธิพลได้น้อยกว่าการกระทำทางคำอื่น ๆ

สำหรับการสร้างสัมพัทธ์กับนั้น ฉบับที่ใช้ถ้อยคำ เป็นสิ่งเร้าก็ไม่เกิดความแตกต่างเนื่องจากสื่อทั้งสองแบบ แตกฉบับรูปทรงเรขาคณิตระนาบนั้นพบว่าจะไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง

ทั้งสอง แท่งกลมทดลอง ๒ (ที่ใช้สไลด์) เมื่อสอบครั้งหลังภายหลังการสอนจะมีความแตกต่างจากเมื่อสอบครั้งแรกก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้ชัด ($p < .01$) ในคะแนนสั่งกับสัมผัส และคะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้ ในขณะที่กลุ่มทดลอง ๑ (ที่ใช้แผนภาพ และแผนภูมิ) แสดงความแตกต่างระหว่างการสอบหลังสอน กับการสอบก่อนสอนของคะแนนความคลาดเคลื่อนทางการรับรู้เพียงระดับ $p < .05$ และไม่แสดงความแตกต่างในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเลย ระหว่างคะแนนสั่งกับสัมผัส เมื่อทดสอบหลังสอน กับเมื่อทดสอบก่อนสอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแบบทดสอบการสร้างสั่งกับชนิดิซรูปทรงเรขาคณิตระนาบ เป็นสิ่งเร้าที่ เป็นชุดสไลด์เช่นเดียวกัน จึงเกิดความคุ้นเคยมากขึ้น และเกิดการถ่ายโยงทางความถนัดขึ้นไบบางระหว่างการเรียนที่สไลด์ กับการทดสอบที่ใช้สไลด์ฉายก็ได้ ซึ่งล้วนเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่ทางจะมีการศึกษาคนควาสืบต่อไปอีกโคหลายประการทั้งสิ้น

นอกจากเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และระหว่างกลุ่มทดลองด้วยกันเองดังโคพิจารณารายละเอียดมาข้างตนแลวนั้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ยังโคศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสามนั้น คือ ความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสั่งกับ และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน อีกควยและโคพบว่าโดยส่วนรวมความคิดสร้างสรรค์กับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = .5649$ $p < .01$) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรทัย เศรษฐศักดิ์โก (๒๕๑๔ : ๕๓) และของบูรรม โคโครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนอีกสองทมนที่หาความสัมพันธ์ของตัวแปรสองชนิดนี้ ก็โค บำรุง บุญยงก์ และ สมใจ อองสุวรรณ (๒๕๑๕) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า ขบวนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน (O - E - P - C) ย่อมจะส่งเสริมให้ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น โคจริง และเมโคพิจารณารายละเอียดพบว่า ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ฌับความเหมือน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < .01$ ($r = .4555, .4111, .4922$ และ $.4052$) มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ฌับความหมายของเส้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < .05$ ($r = .2715, .2671, .3831$ และ $.2999$) ทำไหนดจะเกิดอคติโคว่าการคิด อย่างสร้างสรรค์นั้นสัมพันธ์สอดคล้องกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ในแง่ของการวิเคราะห์หลักฌณะ นิยามของสภาพแวดล้อมที่เผชิญหน้าอยู่ และในแง่ของการคิดแยกประเภทมากกว่าการคิดหาความหมาย

ซึ่งออกจะหนักไปในทางการโยงความสัมพันธ์มากกว่าการวิเคราะห์และแยกแยะสิ่งที่เป็นคุณลักษณะรวมหรือเหมือนกันอยู่ของของสองสิ่ง เมื่อทดสอบสอดคล้องกับผลการวิจัยของ หนู ประธาน บูรณโครงการวิจัยอีกทวนใหม่ (๒๕๑๖) ที่พบว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการรู้แบบวิเคราะห์ และแบบจำแนกประเภท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ และมีแนวโน้มที่จะแสดงความสัมพันธ์ไปคนละทิศทางกับการรู้แบบโยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับการสร้างสิ่งก็มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .01$ ($r = .4700$) สอดคล้องกับสมมติฐาน ทั้งนี้เนื่องจากมาจากการมีคุณลักษณะในสังกรณ (Construct) รวมกันอยู่หลายประการดังที่ทฤษฎี (ดูบทที่ ๑) และในการสืบสวนสอบสวนที่จะพัฒนาไปไกลกว่าเดิมรูปใดความหมายเดิมที่นั้นจะต้องผ่านขั้นตอนการสร้างสิ่งก็เสียก่อนด้วยก็เป็นได้ (ดูบทที่ ๑) สำหรับกรณีที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างสิ่งก็ เมื่อคิดคะแนนแบบต่าง ๆ กับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนแบบต่าง ๆ แล้วมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนี้ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับข้อความ กับการสร้างสิ่งก็เมื่อคิดจากฉบับถ้อยคำ ที่แสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = .1548$) นั้น น่าจะเนื่องมาจากว่า ในการสร้างสิ่งก็ฉบับถ้อยคำจะมุ่งเน้นให้คิดถึงลักษณะย่อย ๆ (Attributes) ที่เด่นต่าง ๆ ของคำที่เป็นสิ่งเรา แต่การคิดคะแนนคุณภาพคำถามจากฉบับข้อความ จะเป็นสิ่งเราที่เป็นนามธรรม เช่นเดียวกัน แต่สิ่งที่มุ่งเน้นนั้นครอบคลุมไปถึงลักษณะของคำถามในชั้นต่าง ๆ เสียจากชั้นสังเกตาลักษณะนิยามไปจนถึงชั้นการอธิบายทั้งทฤษฎี ซึ่งการทดสอบสมมติฐานและชั้นการควบคุมและสร้างสรรค์อีกตวจะเห็นได้ว่ามีความเข้มงวดที่ต่างกันมากด้วย และเป็นการให้ใช้สมรรถภาพทางสมองคิดเอาจากนามธรรมอีกตว จึงยิ่งจะทำให้โอกาสที่จะมีความสัมพันธ์กันสูง ๆ ต้องลดน้อยลงก็เป็นได้

ความคิดสร้างสรรค์กับการสร้างสิ่งก็ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .01$ สอดคล้องกับสมมติฐาน ($r = .3969$) ทั้งนี้ถ้าจะพิจารณาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์กับการสร้างสิ่งก็โดยขั้นตอนการสืบสวนสอบสวน (O - E - P - C)

เป็นเกณฑ์ ก็จะให้ความคิดประการหนึ่งว่า ขณะที่การสร้างสิ่งก็อยู่ทางสลับปลายกัน "สังเกต
 ลักษณะนิยาม" นั้น ความคิดสร้างสรรค์จะอยู่ทางสลับปลายกัน "สร้างสรรค์ และควบคุม"
 ของแกน O - E - P - C (ต้น - ะ - ะ - ะ) หรืออาจกล่าวได้ว่าขณะที่มีหลายคุณลักษณะ
 รวมกันอยู่นั้น ก็จะมีอีกหลายคุณลักษณะที่ปรากฏอยู่ทางหากันออกไป ดังที่ในรายละเอียดของ
 ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองพบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับ
 สิ่งกับสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .05$ ($r = .2750$) และความสัมพันธ์กับ
 การสร้างสิ่งก็เมื่อคิดจากแง่มุมอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .01$ ($r = .3670$,
 $.3053$, $.3712$ และ $.3772$) แต่ความคิดสร้างสรรค์มีความหมายของเส้น จะมีความ
 สัมพันธ์กับการสร้างสิ่งก็ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = .0816$, $.1246$, $.1595$ และ
 $.1129$)

แต่อย่างไรก็ตามผลความสัมพันธ์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งผลที่ได้จากการ
 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ ก็ยังสนับสนุนสอดคล้องกันไปได้อีกกับดังทฤษฎี (ภาพประกอบ ๗)
 ของตัวแปรที่ศึกษาพอสมควร ฉะนั้นจึงน่าจะพอสถาพรูปกว้าง ๆ ได้ว่า ผลโดยรวมเท่าที่
 พบจากขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ แสดงว่าสังกรณ (Construct) ของความคิดสร้างสรรค์
 การสร้างสิ่ง และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน มีอยู่จริงและน่าจะสอดคล้องกับดังทฤษฎีที่ได้นำ
 มาแสดงไว้ตั้งแต่ต้น (รูปที่ ๑) นั้น หรืออาจกล่าวได้ว่าจากขอบข่ายของการศึกษาค้นคว้า
 ครั้งนี้จะทำให้สามารถชี้แจงทฤษฎีนั้นอธิบายโครงสร้างสังกรณของความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสิ่ง
 และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ได้ดีพอสมควร

ซึ่งถ้าจะมีการศึกษาค้นคว้าทั้งทางทฤษฎีและการศึกษาในเชิงทดลองสืบต่อไปอีก ก็น่าจะ
 เป็นการหาทางปรับปรุงและแก้ไขดังทฤษฎีที่ได้นำ เสนอนำนั้นให้เหมาะสมและถูกต้องยิ่งขึ้นได้
 ทางหนึ่ง

สรุปประเมินผลการวิจัย

การวิจัยได้ผลสมตามความมุ่งหมายที่วางไว้ทุกประการ คือ ได้ศึกษาเปรียบเทียบ
 การสอนสองแบบใดแก่การสอนแบบสืบสวนสอบสวนแบบหนึ่ง กับการสอนแบบที่ใช้กันอยู่โดยทั่ว ๆ ไป

อีกแบบหนึ่ง ซึ่งผลที่ได้แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ส่งผลต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน การสร้างสังคม และความคิดสร้างสรรค์ ได้ดีกว่า การสอนแบบที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป

รวมทั้งได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน การสร้างสังคม และความคิดสร้างสรรค์ พบว่า สมรรถภาพทางสมองทั้งสามประการนี้มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเชื่อถือได้

สำหรับด้านความเที่ยงตรงในการวิจัย โดยส่วนรวมแล้วจากกล่าวสรุปได้ว่า การวิจัยศึกษาลักษณะการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน ต่อความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสังคม และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ครั้งนี้มีความเที่ยงตรงในการวิจัยอยู่สูงพอสมควร แต่ยังงมมีรายละเอียดบางประการที่ควรปรับปรุงแก้ไข และระมัดระวังอยู่บ้าง

แม้สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขบางอย่างจะเป็นเรื่องที่ไม่แก้ไขไม่ได้เนื่องจากเหตุต่าง ๆ แต่ก็นับว่าเป็นสิ่งที่ท้าทาย สถิติถูกต้อง ความสามารถ และเชิญชวนให้ลองพยายามในโอกาสต่อไป

ทั้งนี้เพื่ออาจจะ เป็นแนวทางประกอบใดบางในการ เสนอแนะกระบวนการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ การพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ การฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ การพัฒนาคุณภาพของประชากรที่เหมาะสมสำหรับสภาพเศรษฐกิจสังคม และพื้นฐานทางจิตวิทยาอันเอื้อต่อการพัฒนาชาติ และเพื่อหาทางพัฒนาปรับปรุงกลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน ให้เหมาะสมมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะต่อการวิจัย และพัฒนาการสอน

น่าจะมีการวิจัยและพัฒนาวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลแก่นักเรียน ใฝ่มากที่สุด และเหมาะสมกับสภาพที่จะต้องพัฒนากำลังมนุษย์ให้มีคุณภาพที่เอื้อต่อการพัฒนาทั้ง ทางด้าน วัตถุ และจิตใจ มีโครงสร้างการคิดและการรู้ที่กว้างขวาง คิดเป็น รู้จักคิดด้วยวิธีต่าง ๆ มากขึ้นต่อไปอีก

เนื่องจากหลักการแนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในระยะตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัย ตั้งแต่ปลายปี ๒๕๑๓ มาจนบัดนี้ก็ได้พัฒนาเพิ่มเติม และขยายโครงสร้างออกมา กว้างขวางและครอบคลุมกว่าเมื่อเริ่มมีโครงการนี้ขึ้นประการหนึ่ง รวมทั้งผู้รวมในโครงการวิจัย

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนหลาย ๆ คนได้มีโอกาสเข้าไปร่วมในโครงการฝ่ายการฝึกอบรมครู
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีโอกาสที่จะพิสูจน์ทดสอบยืนยันแนวคิด
(Verify) กับสถานการณ์การเรียนการสอนในสภาพจริง ได้ปฏิสัมพันธ์กับทั้งแนวคิดที่จะรักษา
สถานภาพเดิม ๆ ของขบวนการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนและครูไทย และแนวคิดที่มอง
การสอนเป็นระบบ เป็นเทคโนโลยีที่อาจพัฒนาเพื่อควบคุมให้เกิดผลค่อนข้างเร็วให้มีประสิทธิภาพ
และประสิทธิผลมากขึ้นได้ ผลเหล่านี้มีส่วนทำให้แนวคิด และหลักการของการสอนแบบสืบสวน
สอบสวนได้รับการปรับขยายโครงสร้าง (Accomodate) และซึมซาบเข้าโครงสร้าง (Assi-
milate) เกิดการสังเคราะห์เป็นแนวทางใหม่ ๆ ที่พัฒนามากขึ้น (Synthesis) กว้างขวาง
ขึ้นอีกประการหนึ่ง

ผู้ศึกษาเห็นว่าเองรู้สึกเสียใจที่เมื่อทำการทดลองสอนเมื่อปีการศึกษา ๒๕๑๔ นั้น ยัง
ไม่สู้จะเกิดแนวคิด และหลักการ เบื้องหลังใดเท่ากับเมื่อเกิดแนวคิดและหลักการเบื้องต้นในระบบ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังจากได้มาชมขบวนการปรับขยายโครงสร้าง ทำให้เกิดการซึมซาบเข้า
โครงสร้างและการสังเคราะห์ขึ้นเป็นแนวทางใหม่ ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น นอกจากนั้น
ผู้ศึกษาเห็นว่า ยังเชื่อมั่นต่อหลักการเจริญเติบโตและวิวัฒนาการที่ว่า หลักการ แนวคิด และกลวิธี
ที่จะได้รับการวิจัยพัฒนาสืบต่อไป ย่อมจะมีอยู่เสมอ จึงใครจะเสนอความคิดเห็นไว้ว่า แนวการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนนั้นจะได้รับการส่งเสริมปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นไปเป็นสำคัญ และควรหาทางให้มี
การแพร่ขยายการยอมรับปฏิบัติในวงกว้าง และกว้างขวางขึ้นอย่างจริงจัง เพื่อการพัฒนาแนบ และ
การพัฒนาชาติไทยอย่างจริงจัง วิทยาลัยวิชาการศึกษา ควรจะภาคภูมิใจที่ได้เกิดมีแนวคิดแบบ
การสอนเช่นนี้ขึ้นมาโดยอาศัยของวิทยาลัย แต่ไม่ควรจะให้แบบการสอนเช่นนี้หยุดชะงักอยู่เพียงนี้
ถ้าเป็นใจควรจะหาทางให้พัฒนาต่อไปเป็นแบบการสอนที่มีการปฏิบัติจนเกิดผลใดจริง ๆ ทั่วไป
ทั้งชาติ หรือทั่วภูมิภาคนี้ เป็นแบบการสอนกลาง ๆ เป็นสากล ที่อาจจะประยุกต์ใช้ได้กับหลาย ๆ
วิชา หลาย ๆ แบบ และไม่ติดอยู่กับสถาบัน หรือบุคคล มากกว่าการคำนึงถึงอัตตประโยชน์
ส่วนรวมที่จะพึงเกิดขึ้นในอนาคต

และเพื่อความเหมาะสมตรงเป้าหมายที่ต้องการสำหรับชาติยิ่งขึ้นอีก ผู้ศึกษาเห็นว่า
ขอเสนอแนะสำหรับการวิจัยสำหรับผู้จะศึกษาเห็นว่า เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้ว่า

๑. น่าจะมีการวิจัยในสภาพสังคมอื่น ๆ นอกจากในกรุงเทพมหานครบ้างถ้าเป็นไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชนบทนอกเขตเทศบาล

๒. น่าจะมีการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสำหรับการศึกษาระบบโรงเรียน อีกด้วย

๓. ถ้าเป็นไปได้ น่าจะลองวิจัยในสภาวะที่อาจควบคุมองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดความเที่ยงตรงทั้งภายในและภายนอกของการวิจัยได้อย่างสมบูรณ์มาก ๆ เช่น มีการสุ่มอย่างสมบูรณ์ การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอย่างเต็มที่ ป้องกันผลที่อาจเกิดจากอคติภาพและความเอนเอียงเกี่ยวกับผู้สอน และความวิตกกังวลของนักเรียนต่อการสอบปากคำ (ซึ่งมักจะเน้นในทำเนื่อหา ความรู้ความจำมากกว่าสมรรถภาพการคิดขั้นสูงอย่างอื่น ๆ) และผลกระทบกระเทือนอื่นๆเช่น ขจัดผลที่อาจเกิดจากการที่นักเรียนรู้สึกว่ากำลังเป็น "หนูตะเภา" ในการทดลอง ฯลฯ เป็นต้น

๔. ขณะนี้ไทยบยาระกัษัณเฐนในการวิจัยออกมาเป็น ม.ศ. ๑ แล้ว และถ้ามีโอกาสต่อไปควรจะหาทางวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบนี้ ในระดับชั้นต่าง ๆ ให้มากขึ้นไปอีก

๕. นอกจากวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว ยังควรวิจัยผลการสอนแบบนี้ในวิชาอื่น ๆ อีกด้วย

๖. สำหรับเครื่องมือวัดความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่มียู้นั้นเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นตามนิยามปฏิบัติการเกี่ยวกับการถาม (To Inquire) ผู้ศึกษาค้นคว้าใครจะเสนอแนะให้ลองสร้างเครื่องมือวัดความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่สร้างขึ้นตามนิยามปฏิบัติการเกี่ยวกับการสืบสวนสอบสวน (Investigation หรือ Investigative Model of Inquiry) ขึ้นลองใช้เปรียบเทียบดูบ้าง เช่น วัดเกี่ยวกับความสามารถด้านการสังเกตหาลักษณะนิยาม ความสามารถในการจำแนกและแนวทางจัดกระทำกับตัวแปร (อธิบาย $Y = f(X)$) ความสามารถในการตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบ และการทดสอบสมมติฐาน และความสามารถด้านการตีความหมายจากข้อมูลการวางแผนแบบการสืบสวนสอบสวน และการควบคุม สร้างสรรค์ เป็นต้น

๗. ผู้ศึกษาค้นคว้าใครจะขอเฝ้าฯ ขบวนการประเมินผลและการมั่นในจริยธรรม (Evaluation and Moral Commitment) นี้มีความสำคัญมากเท่า ๆ กับขบวนการสังเกตอธิบาย ทำนาย และควบคุม/สร้างสรรค์ (O - E - P - C) ในการพัฒนามนุษย์ให้เจริญไป

ทั้งในทศานโลกย์ (วัตรธรรม) และจิตใจ (มโนธรรม) หรือกล่าวได้ว่า O - E - P - C
ทั้งชาติ EM นั้น น่าจะพัฒนาศักยภาพมนุษย์ได้ไม่ว่าทางครอบคลุมทุกแง่มุมเพื่อ

ขอคิดเห็นเสนอต่อการให้การศึกษา และการฝึกหัดอบรมครู

เนื่องจากผลกรวิจัยของคณะบูรณาการโครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้ นอกจาก
ที่ได้อ้างถึงมาแล้วในตอนต้น ๆ ของบทนี้แล้ว ยังพบอีกว่า พฤติกรรมการสอนของครูที่เป็นแบบ
อ้อมอ้อม (Indirect) มากกว่าการสอนแบบที่ชี้แนะโดยทั่ว ๆ ไป (วรารักษ์ ชัยโอกาส,
๒๕๑๕) นั้นนอกจากจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับที่ต่ำ
พอใจ (สมศักดิ์ สุนทรสุข, ๒๕๑๕) แล้ว ยังจะส่งผลให้นักเรียนที่ผ่านขบวนการสืบสวนสอบสวนนี้
มีแนวโน้มที่จะมีความเกรงใจในระดับพอที่จะเกิดความคิดสร้างสรรค์ (สมใจ อ่องสุวรรณ,
๒๕๑๕) มีวิचारญาณ (ทิพา เพชรดี, ๒๕๑๕) และพฤติกรรมการเชื่อมั่นในตนเอง
พฤติกรรมการคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบที่ชี้แนะโดยทั่ว ๆ ไป (สามารถ ศรีจันทร์,
๒๕๑๖) มีแบบการคิดที่เหมาะสมแก่การศึกษาคนควา (หนู ประธาน, ๒๕๑๖ ; ทศนิยม
ศุภาวันาวุฒิ, ๒๕๑๕) มีความวิตกกังวลลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญในเชิงสถิติ (นรินทร์ แจ่มจำรัส,
๒๕๑๕) อาจปรับใช้กับนักเรียนได้ทั้งนักเรียนที่มีความรับผิดชอบสูงและนักเรียนที่มีความรับผิดชอบต่ำ
(ยุพา อานันท์พิทธี, ๒๕๑๕) และส่งเสริมให้มีการควบคุมตนเองขึ้นได้ (บำรุง บุญยงค์,
๒๕๑๕) น่าจะพอเป็นเครื่องช่วยยืนยันใจได้ว่า ควรจะได้อบรมนักเรียนไทยด้วยการสอนแบบนี้
กันบ้างใดแล้ว

เมื่อมองการเรียนการสอนในฐานะ เป็นระบบอย่างหนึ่งก็น่าจะพัฒนาระบบนั้นให้ดีขึ้นได้
เมื่อใดที่งานการพิสูจน์บางอย่างแล้วว่าจะทำอะไรจริง

ครู อาจารย์ ผู้บริหารการศึกษา นักเรียน นิสิตนักศึกษา และผู้ที่จะเป็นบัณฑิต
ทางครู ทางการศึกษา น่าจะพิจารณาพิจารณาว่าการเรียนการสอนได้อย่างไรเป็นระบบ และพัฒนา
องค์ประกอบของระบบที่มีคุณสมบัติไม่เป็นที่น่าพอใจแต่ละองค์ประกอบขึ้นได้ นั่นคือ การมองการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนนี้ว่าอาจจะต้องมีการพัฒนา สมรรถภาพพื้นฐาน (Competency) บางอย่าง
ขึ้นได้ ซึ่งจากผลการศึกษาคนควาครั้งนี้ ก็อาจช่วยยืนยันใจว่าการพัฒนาสมรรถภาพพื้นฐานนั้น

มีโรงงานยากเกินสติปัญญาของครูไทยธรรมดา ๆ ไปได้เสีย ฉะนั้นในวงการศึกษาจึงน่าจะได้มีการเสนอแนะไว้ดังนี้คือ

๑. ควรมีการพัฒนาสมรรถภาพพื้นฐานของการสอนในประเทศไทยและพิจารณาสอนในแบบสืบสวนสอบสวน

๒. ในการพัฒนาหลักสูตรใด ๆ นอกจากนี้นักวิชาการและครูในแขนงนั้น ๆ รับผิดชอบแล้ว ควรมีผู้เคยมีประสบการณ์ในการพัฒนาสมรรถภาพพื้นฐานของครูและผู้ที่ชำนาญเกี่ยวกับแบบและกลวิธีการสอนร่วมรับผิดชอบด้วย และในกรณีนี้ผู้ศึกษาค้นคว้าขอเสนอความคิดเห็นว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นน่าจะได้รับการพิจารณาโดยรวมด้วย เพื่อพัฒนาหลักสูตรในรายวิชาต่าง ๆ ให้ปฏิบัติได้ และเกิดประโยชน์ที่พึงประสงค์ในการสร้างสรรค์บุคลิกภาพ และลักษณะของสังคมของคนไทยที่จะเอื้อต่อการพัฒนาประเทศอย่างกว้างขวางครอบคลุมและรอบคอบสืบไป

๓. ควรจะพัฒนากลวิธีที่จะใช้สำหรับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อม เช่น ในห้องเรียนที่ชนบท ในห้องเรียนที่มีนักเรียนจำนวนมาก ๆ และชั้นใหญ่มีปกติในการให้การศึกษา นอกกระบบโรงเรียน เป็นต้น แล้วควรมีการวิจัยและเผยแพร่ให้เป็นที่เข้าใจกันทั่วไปอย่างกว้างขวางอีกต่อหนึ่ง

๔. หลักการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีลักษณะเป็นสหวิทยาการ (Interdisciplinary) ระหว่างวิชาพฤติกรรมศาสตร์ ปรังศุภา วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ และครอบคลุมไปถึงแขนงของวิทยาการศึกษาหลายแขนง เช่น วิชาเกี่ยวกับสื่อในการสอน เทคโนโลยีของระบบการสอน การสื่อสารเพื่อการศึกษา การพัฒนาบุคลิกภาพและแนะแนว การวางแผนแบบสาระ การวิจัยการศึกษา การพัฒนาหลักสูตร การวางแผนและการบริหารการศึกษา การทดสอบทางการศึกษา และการสอนวิชาเฉพาะต่าง ๆ ฯลฯ ฉะนั้นนักวิชาการและผู้ชำนาญในสาขาวิชาต่าง ๆ หากสนใจร่วมกันพัฒนาหลักการ แนวคิด และกลวิธีของแบบการสอนเช่นนี้ให้มั่นคงและเหมาะสมยิ่งขึ้น ก็อาจจะเกิดประโยชน์ต่อชาตินบ้านเมือง และสังคมมนุษย์ได้มากยิ่งขึ้นไปอีกเป็นแน่

๕. ผู้ศึกษาค้นคว้ามีความคิดเห็นเป็นส่วนตัวว่า แนวการแบ่งการสอนแบบสืบสวนสอบสวนออกเป็นชนิด Active IMI (Active Investigation Model of Inquiry) Passive IMI และ Combined IMI นั้น เหมาะสมสำหรับการทดลองเพื่อวิจัยหาโครงแบบ

ที่นำจะเข้ากันได้ที่สุด และส่งผลได้ดังต้องการที่สุด แต่เมื่อนำไปใช้สอนจริงอาจต้องขึ้นอยู่กับ
ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ครู - นักเรียน ความคุ้นเคยต่อการสืบสวนสอบสวน และสถานการณ์แวดล้อม
อื่น ๆ อีก ไม่น่าจะเป็นการสอนแบบ Active IMI ตลอด, Passive IMI ตลอด
หรือ Combined IMI ตลอดไปตั้งแต่ชั่วโมงแรกไปจนเสร็จสิ้นการสอนเช่นนั้นได้
(โปรดดูภาพประกอบ ๘, บทที่ ๓)

๖. การแพร่กระจายความคิดเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะต้องระมัดระวัง
ธรรมชาติของมนุษย์และระบบทั่วไปที่มุ่งการต่อต้านสิ่งใหม่ๆ และใหม่สำหรับโครงสร้างเดิม
(Resistance to Innovation) พลังนี้จะแอบแฝงอยู่อย่างเงิบ ๆ และซ่อนเร้นเสมอ
(Schame, 1968 ; Miller, 1971 วีรยุทธ วิเชียรโพธิ์, ๒๕๐๖) ทำให้การระบบเดิมจะ
ยอมรับสิ่งใหม่ๆ และนำไปปฏิบัติได้ช้ามาก และต้องใช้เทคนิคการสื่อสารและแพร่กระจาย
แนวคิดกันอย่างแม่นยำ (ชม ภูมิภาค, ๒๕๐๖ ; Wyck, 1971 : 90 - 91) แต่ต้อง
มั่นคงและมั่นใจไม่วันไหน อาจต้องมีการ "รวมพลัง" กันอย่างใหญ่หลวงก็ได้

๗. สถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตครู อาจารย์ นักการศึกษา นักบริหารการศึกษา
และผู้บริหารของการให้การศึกษาทุกระดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิทยาลัยครู วิทยาลัยวิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ และคณะครุศาสตร์ของมหาวิทยาลัย น่าจะสนใจ แนวคิด กลวิธี และหลักการ
ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้เป็นพิเศษ

๘. กระทรวงศึกษาธิการ หรือรัฐบาล น่าจะจัดตั้ง ศูนย์วิจัย และพัฒนาเกี่ยวกับหลักสูตร
การสอน และการประเมินผลปรับปรุงระบบการศึกษา อันเป็นตัวจักรของการพัฒนาการเรียนการสอน
และการศึกษาอย่างจริงจัง และมีผู้ร่วมงานหลายฝ่าย ซึ่งมี Authority เกี่ยวกับการวิจัย
และพัฒนาการสอนเพื่อประสานงานในเรื่องที่เกี่ยวข้องขึ้นได้แล้ว.

บรรณานุกรม

/

๐

บรรณานุกรม

กอ สวัสดิพิพัฒน์, ดร. "สอนให้คิดไม่ใช่สอนให้จำ" สาธิต ฉบับพิเศษ ที่ ๓ : ๓๖
๒๕๑๔.

กอ สวัสดิพิพัฒน์, ดร. "แนวคิดใหม่ทางการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม
และเทคโนโลยีทางการศึกษา หน้า ๔๔ - ๔๖ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๕.

โครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน การแปลพฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมายใน
การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา คณะวิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร (๒๕๑๓) ๕ หน้า. อัสสา เนา

ชม ภูมิภาค "การรับปฏิบัติตามความคิด และวิธีการใหม่" ศูนย์ศึกษา ปีที่ ๑๐, ๑๑ : ๕๕ -
๗๔ พฤศจิกายน ๒๕๐๖.

✓ เชาวนา ยุทธสุริยพันธุ์ การศึกษาเปรียบเทียบ ความกิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับชั้น
ประถม และมัธยม ระหว่างโรงเรียนสาธิต และโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติ
ปริญฎานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๔, ๑๑๔ หน้า.

✓ โชติ เพชรชื่น การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนวิชาชีพ
ทางกัน ปริญฎานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๔, ๘๐ หน้า.

ทัศนีย์ คุณาวัดนาวุฒิ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และการสอนแบบเดิม
ที่ส่งผลต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน แบบการรับรู้ และความอยากรู้อยากเห็น
ปริญฎานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๑๖ หน้า.

ทิพา เพชรกี การศึกษาลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มิตต่อความคิดแบบ
สืบสวนสอบสวน ความคิดวิจารณ์ และความคิดขึ้นกับสิ่งรอบข้าง ไม่ขึ้นกับสิ่งรอบข้าง
ปริญฎานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๓๔ หน้า.

นรินทร์ แจ่มจรัส การศึกษาลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มิตต่อ
บุคลิกภาพแบบเก็บตัวแสดงตัว และความวิตกกังวล ปริญฎานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๓๒ หน้า.

นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ, กร. "การรู้จักคิด" พัฒนาวิทย์ ๒ สำนักงานทดสอบ วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสาณมิตร พิมพ์บริษัทไทยพาณิชย์การ จำกัด ๒๕๑๓, ๑๔๕ หน้า.

นิติ สุวรรณศิริ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งกับ กับความสามารถใน
การอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ปีที่ ๖ และปีที่ ๗ ปริญญาโท กศ.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาณมิตร ๒๕๑๕, ๑๒๓ หน้า.

นัทธกร ชื่นพัฒนพงษ์ การศึกษาลักษณะการสอนวิธีสร้างความคิดรวบยอดด้วยสื่อหลายชนิด ในระดับ
อนุบาล ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาณมิตร ๒๕๑๕, ๕๔ หน้า.

✓ บำรุง บุญยงค์ การศึกษาลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ที่ต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ความคิดสร้างสรรค์ และทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายนอกภายใน ปริญญาโท
กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาณมิตร ๒๕๑๕, ๑๐๔ หน้า.

บุญลือ ทองอยู่ การศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
(Inquiry) กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเกรงใจ ปริญญาโท กศ.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาณมิตร ๒๕๑๔, ๗๑ หน้า.

เป็นเนต, นิโคลัส "โทรทัศน์ สื่อสำหรับ 'มีจิตศึกษา' หรือ ?" เอกสารประกอบการสัมมนา
เรื่องสื่อสารมวลชนกับการศึกษา แผนกสื่อสารมวลชนและสื่อสารมวลชน
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จัดร่วมกับนิตยสารอาจารย์สาร ๓ แผนกวารสารศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ๑๔ - ๒๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๖. (นับจำนวนหน้าไม่ได้)

ประม นิคมานนท์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการอ่าน แบบการรับรู้ และการสร้าง
ความคิดรวบยอดของเด็กชั้นประถมปีที่ ๔ และ ๗ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสาณมิตร ๒๕๑๔, ๑๑๔ หน้า.

เป็รื่อง กุญฑ, กร. ข้อคิดเห็นที่ได้จากการสัมมนา ผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์ ที่แผนกโสตทัศนศึกษา
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาณมิตร เมื่อ ๒๗ กรกฎาคม ๒๕๑๖.

เป็รื่อง กุญฑ, กร. คำบรรยายวิชาทัศนศึกษาและหลักการการวางแผนแบบสาระ แผนกโสตทัศนศึกษา
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาณมิตร ภาคที่สอง ปีการศึกษา ๒๕๑๔ (บันทึกจากการเรียน
ในชั้น)

พจน์ จันทวีระกุล แบบประเมินผลการวิจัย แบบ ก. ทั่วไป ม.บ.ป., ๖ หน้า. อักสำเนา

พจน์ จันทวีระกุล ความสัมพันธ์ระหว่างความอยากรู้อยากเห็น ทักษะคิดแบบเชิงอำนาจภายใน - ภายนอกคน และความสามารถในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปรินต์อูนิฟิเคชั่น กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๐๓ หน้า.

พจน์ สะเพียรชัย, ดร. หลักการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๗๑ หน้า. อักสำเนา

พิทักษ์ รัตนพลเกษตร, ดร. นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเอนติศึกษา (แผนกการพิมพ์) ๒๕๑๓, ๗๔ หน้า.

มงคล เอี่ยมสำอางค์ การสร้างสถานการณ์ชักจูงใจ เอกสารในแผนการสอนของหน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๒๕๑๖, ๑๒ หน้า. อักสำเนา

มงคล เอี่ยมสำอางค์ โครงการสอนวิทยาศาสตร์ แบบที่ควรใช้สมรรถภาพของการเป็นครู หน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๒๕๑๕, ๑๑ หน้า. อักสำเนา

มงคล เอี่ยมสำอางค์ หนู ประจักษ์ พจน์ จันทวีระกุล ฯลฯ ทักษะในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เอกสารฉบับร่าง ๒) หน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๑๐ หน้า. อักสำเนา

มงคล เอี่ยมสำอางค์ หนู ประจักษ์ ระเบียบ ทฤษฎีคุณ ฯลฯ ทักษะในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เอกสารฉบับร่าง ๑) หน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๑๔ หน้า. อักสำเนา

บุษยา อานันท์สิทธิ์ การศึกษายลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มคอความถนัดแบบสืบสวนสอบสวน ความถนัดทางการเรียน และความรู้สึกับผิดชอบ ปรินต์อูนิฟิเคชั่น กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๔๔ หน้า.

วรารักษ์ ชัยโอกาส การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารในแผนการสอนของหน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๒๕๑๕ (นับจำนวนหน้าไม่ได้). อักสำเนา

- วารสาร ทับโกลาส การสังเกตและวิเคราะห์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบสวน
สอบสวน และการสร้างโครงงานการสอน ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๕๔ หน้า.
- วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทาง
การศึกษา ๒๕๑๕, ๒๔๒ หน้า.
- วิทยุทวิ วิทยุทวิ, ดร. "การสอนแบบสืบสวน - สอบสวน วิธีสอนให้คิด" วารสารจิตวิทยา
หน้า ๒๔ - ๓๓ สมาคมจิตวิทยาแห่งประเทศไทย ๒๕๑๔.
- วิทยุทวิ วิทยุทวิ, ดร. "โครงสร้างแนวคิดเกี่ยวกับปรัชญาการศึกษาของไทย" เอกสาร
ประกอบการสัมมนาปรัชญาการศึกษาของไทย แผนกวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับนิตยสารอาจารย์สารของสมาคมศิษย์เก่าวิทยาลัย
วิชาการศึกษา ณ หอประชุมคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ๑๔ - ๑๕ กรกฎาคม
๒๕๑๖. นับจำนวนหน้าไม่ได้
- วิทยุทวิ วิทยุทวิ, ดร. มาตราส่วนประเมินผลการประชุมอบรมเรื่องการวิจัย ณ
สำนักงานศึกษาธิการเขต ๒, ๓ - ๗ พฤษภาคม ๒๕๑๖, ๓ หน้า. อักสำเนา
- วิทยุทวิ วิทยุทวิ, ดร. "สังคมไทยสมัยพัฒนา" พัฒนาวัฒนธรรม ๖ สำนักงานทดสอบ
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ๒๕๑๓ ก.
- วิทยุทวิ วิทยุทวิ, ดร. เอกสารจากการบรรยายที่วิทยาลัยครูเทพสตรีสพบุรี และการสรุป
เรื่องที่หน่วยฝึกอบรมครูสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๒๕๑๕ ค.
ไม่ปรากฏจำนวนหน้า.
- วิทยุทวิ วิทยุทวิ, ดร. เอกสารจากการบรรยายที่หน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๒๕๑๕ ข. ไม่ปรากฏจำนวนหน้า.
- วิทยุทวิ วิทยุทวิ, ดร. เอกสารจากการประชุมปฏิบัติการสอนวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์
ระดับวิทยาลัยวิชาการศึกษา และคณะศึกษาศาสตร์ในมหาวิทยาลัย กรกฎาคม ๒๕๑๕ ก.
ไม่ปรากฏจำนวนหน้า

วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ดร. เอกสารบันทึกการประชุมในโครงการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
๒๕๑๓. ไม่ปรากฏจำนวนหน้า.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ดร. เอกสารบันทึกการประชุม ในโครงการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
๒๕๑๔ ก. ไม่ปรากฏจำนวนหน้า

วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ดร. "The Illinois Test of Psycholinguistic Ability (ITPA)" พัฒนาวัณณ ๔ สำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
๒๕๑๒.

✓ สมใจ ของสุวรรณ การศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต่อ
ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ ปริญญานิพนธ์
กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๓๐ หน้า.

สมพงษ์ ศิริเจริญ และคนอื่น ๆ คู่มือการใช้สื่อทัศนวัสดุ แผนกทัศนศึกษา วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร โครงการพัฒนาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ๒๕๐๖,
๔๒๒ หน้า.

สมศักดิ์ สุนทรสุข การศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๓๔ หน้า.

สามารถ ศรีจันทน์ ผลของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อพฤติกรรมในชั้นเรียน
ของนักเรียน ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๖,
๑๒๕ หน้า.

สาโรช บัวศรี, ดร. พหุศาสตร์กับการศึกษาแผนใหม่ องค์การฯ ของกรมฯ ศึกษาภัณฑ์
พาณิชย์ กรุงเทพฯ ๒๕๑๐, ๖๑ หน้า.

ลีปพนธ์ เกตุทัต, ดร. "แนวคิดว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี นโยบายทาง
วิทยาศาสตร์ และการพัฒนา" วิทยาการ ปีที่ ๒๗ ฉบับที่ ๕ พฤษภาคม ๒๕๑๖
หน้า ๔๑ - ๔๔.

สิปปนนท์ เกตุทัต, ดร. "บทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาการศึกษา"

ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม และ เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมวิชาการ

กระทรวงศึกษาธิการ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๕ หน้า ๑ - ๑๗.

✓ สุรางค์ ไควตระกูล "ความคิดสร้างสรรค์" ประถมศึกษา ๔ : ๑๔๓ - ๑๔๕ พฤศจิกายน ๒๕๐๕.

✓ ไสว เลี่ยมแก้ว ความคิดสร้างสรรค์ และความถนัดทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗
ปริญญาทิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๔, ๗๒ หน้า.

หนู ประธาน การศึกษาลดการสอบแบบสืบสวนสอบสวนที่สอดคล้องกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และแบบการรับรู้ ปริญญาทิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร ๒๕๑๖, ๑๕๓ หน้า.

อุบลย์ วิเชียรเจริญ, ดร. "ปัญหาการศึกษา และวิชาการของไทยใน ร.ศ. ๒๐๐"
ศูนย์ศึกษา ปีที่ ๑๗ ฉบับที่ ๗ - ๘ กรกฎาคม - สิงหาคม ๒๕๑๔ หน้า ๑ - ๑๐.

อนันต์ จันทระกวี การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจไม่สัมพันธ์กับความถนัดแบบสืบสวน
สอบสวน และความถนัดทางการเรียน ปริญญาทิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร ๒๕๑๔, ๑๒๐ หน้า.

✓ อรทัย เสร้งสลักโก การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดแบบสืบสวนสอบสวน กับความถนัด
แบบอื่น ๆ และความถนัดสร้างสรรค์ ปริญญาทิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร ๒๕๑๔, ๗๓ หน้า.

อารี สันทรวี "วิธีสอนแบบสร้างสรรค์" ชุมชนวิชาการ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
สทกรรณายสงฯ พระนคร ๒๕๑๐, ๓๐๕ หน้า.

แอนเดอร์เสน, แอนส์ โอ , ดร. ข้อคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์เมื่อเดือน
ตุลาคม ๒๕๑๕ ที่หน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

American Association for the Advancement of Science, Science - A Process
Approach : Commentary for Teachers, Commission on Science
Education AAAS/XEROX Corporation 1970, 316 pp.

Anderson, Hens O., Competency Based Instruction for Science Teacher
Preparation in Developing Countries, 1972, 11 pp. (Memiographed)

- Andersen, Hans O., and Koutnik, Paul G., Toward More Effective Science Instruction in Secondary Education, The Macmillan Company, New York 1972, 241 pp.
- Anderson et al., Developing Children's Thinking Through Science, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1970, 370 pp.
- Arkin, H. & Colton, R., Tables for Statisticians, College Outline Series, Barnes & Noble, Inc., New York, 1950, 152 pp.
- Ausubel, David P., "The Use of Advance Organizer in the Learning and Retention of Meaningful Material," Journal of Educational Psychology, 51 (1960) pp. 267 - 272. from Developing Children's Thinking Through Science, p. 36.
- Bennett, Nicholas, The Crisis in Formal Education in Thailand, A Paper Presented to the Seminar on "Education and the New Media," Held at Thammasat University from 19th to 21st of July 1973.
- Berlo, David K., The Process of Communication, Holt, Rinehart and Winston Inc., New York 1963, 318 pp.
- Best, John W., Research in Education, Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 399 pp.
- Bills, Frank Lynn, "Developing Creativity Through Inquiry," Science Education 55 (3) : 417 - 421, July - Sept., 1971.
- Blosser, Patricia E., "Principles of Gestalt Psychology and Their Application to Teaching Junior High School Science," Science Education, 57 (1) : 43 - 53, 1973.
- Brandwin, Watson and Blackwood, Teaching Highschool Science : A Book of Methods, Harcourt, Brace and World Incorporation, New York 1958, 568 pp.
- Carter, J. C., "The Authoritarian VS. the Inquiry Approach," School Science & Mathematic, 33 (6) : 36 - 39, February, 1968.
- Compton, Mary Frances, "An Attempt to Foster Creative Thinking in Teacher," Dissertation Abstracts, 29 : 164 - A, 1968.
- Dale, Edgar, Audio Visual Methods in Teaching, 3rd ed. The Dryden Press Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, 1969.
- Davis, Gary A., "Teaching for Creativity," Journal of Research and Development in Education, 4 (3) : 29 - 34, Spring, 1971.

- De Cecco, John I., The Psychology of Learning and Instruction,
Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968, 800 pp.
- De Fleur, Melvin L. and Larsen, Otto N., The Flow of Information : An Experiment in Mass Communication, Harper & Brothers New York
1958, 302 pp.
- Edwards, Allen L., Statistical Methods for the Behavioral Sciences,
Rinehart & Co. Inc., New York, 1954, 542 pp.
- Elkind, David, "Conservation and Concept Formation," from Elkind and
Flavell Studies in Cognitive Development : Essays in Honor of
Jean Piaget, (pp. 171 - 189) 2nd printing, Oxford University
Press New York 1969, 1970, 503 pp.
- Elkins, F. S., et al., "An Instructor & Behavioral Objective & Multimedia =
Success," Audio Visual Instruction, January, 1970 (15) 19 - 21.
- Ely, Donald P., "Defining the Field of Educational Technology," Audio
Visual Instruction, March 1973, Vol. 18 (3) pp. 52 - 53.
- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education,
2nd - ed. McGraw Hill New York, 1966, 446 pp.
- Gage N. L., (editor) Handbook of Research on Teaching, 3rd printing
Rand McNally and Co. Chicago 1963, 1964, 1218 pp.
- Gagné, Robert M., The Conditions of Learning, N. Y. Holt Rinehart &
Winston 1970, 406 pp.
- Garrett, Henry Edward, Elementary Statistics, 2nd ed. Mc Kay, New
York, 1962, 203 pp.
- Garett, Henry E., Statistics in Psychology and Education, McGraw Hill
Book Company, New York, 1966, 538 pp.
- Getzels, J. W., and Jackson, P. W., Creativity and Intelligence, New
York, John Wiley & Sons, Inc., pp. 455 - 456, 1962.
- Gerlach and Ely, Teaching and Media : A Systematic Approach, Prentice -
Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1971, 312 pp.
- Good, C. V., Dictionary of Education, 2nd ed. New York McGraw Hill
1959, 676 pp.
- Guilford, Joy Paul, Fundamental Statistics in Psychology and Education,
3rd edition, McGraw Hill New York, 1956, 565 pp.
- Gordon, Glen, The Delicate Balance : An Environmental Module Interdis-
ciplinary Approaches to Chemistry, An Instructional Progress for
High School Chemistry 1971 - 1972 Trial Edition, Chemistry Associates
of Maryland, Inc., 1972, 72 pp.

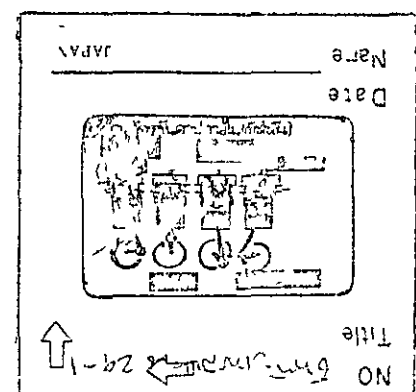
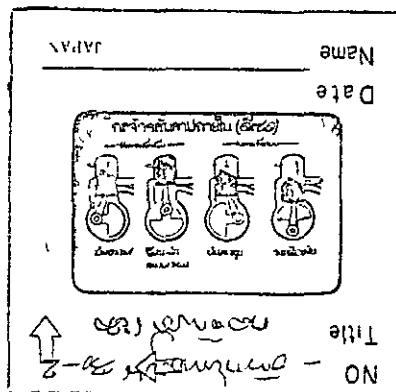
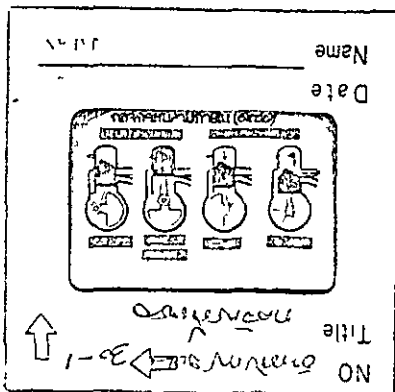
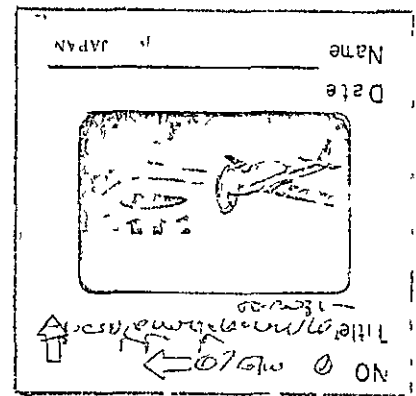
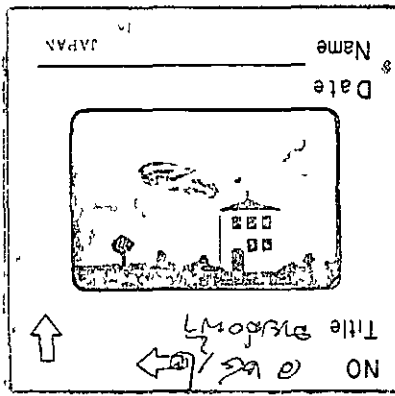
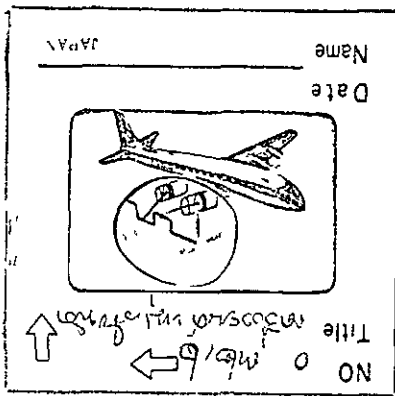
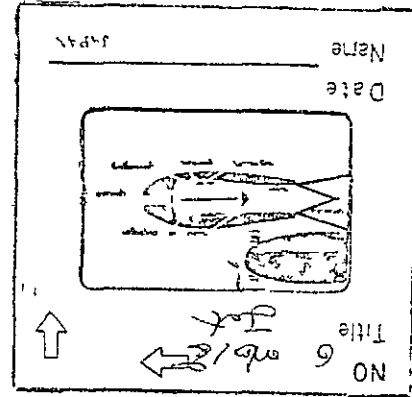
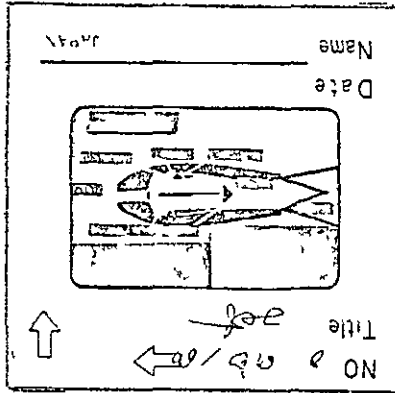
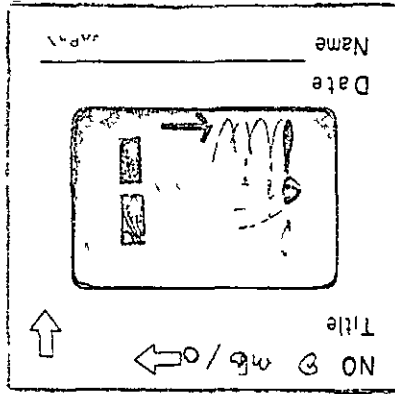
- Hammerman, Donald R., "Outdoor Inquiry," Instructor, June - July 1970 Volume 79 No. 10 pp. 22 -
- Heinich, Robert, Audio Visual Instruction, May 1973, 18 (5) : 46
"Is there a Field of Educational Communication and Technology," pp. 44 - 46.
- Hesse, Mary, Models and Analogies in Science, Sheed & Ward, 1963 from School Council Publication 1970.
- Hildreth, Gertrude H., Introduction to the Gifted, McGraw - Hill, Inc., 1966, 572 pp.
- Huck, Schuyler W., "The Analysis of Covariance : Increased Power Through Reduced Variability," The Journal of Experimental Education, 41 (1) Fall 1972 pp. 42 - 46.
- The Inquiry Development Project (หรือ The Scientific Inquiry Development Project) เอกสารฉบับที่ ๒๕๑๓. อักคำเน นั้จำนวนหน้าไม่ไ้
- James, Helen H., "Effects of Supervisory Methods Upon Development of A Teaching Strategies by Student Teachers," Journal of Research in Science Teaching, v. 8 w. 4 pp. 335 - 338, 1971.
- Keisler, "A Descriptive Approach to Classroom Motivation," The Journal of Teacher Education, 1960 (11) : 310 - 315.
- Kinder, James, Audio Visual Materials and Techniques, American Book Company, New York, 1950.
- Krech & Cruchfield, Elements of Psychology, Alfred A. Knopf, New York 1958, 720 pp.
- Lewis and Potter, The Teaching of Science in the Elementary School, 2nd Edition 1970.
- Landgren, Henry Clay, Psychology, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1966, 560 pp.
- Landquist, E. F., Design and Analysis of Experiment in Psychology and Education, 1953, 1956 impression 393 pp.
- Landsmith, A. P. and Strauss M. L., Social Psychology, the Dryden Press Inc., 1957, 703 pp.
- MacNemar, Quinn, Psychological Statistics, John Wiley and Sons, Inc., New York 1959, 408 pp.
- Miller, James G., "Deciding Whether and How to Use Educational Technology in the Light of Cost - Effectiveness Evaluation," in S. G. Tickton, ed. To Improve Learning, New York, 1971.

- Mitchell Brace, "The Classroom Pursuit of Creativity : One Strategy that Worked" Journal of Research and Development in Education, 4 (3) Spring 1971, pp. 57 - 61.
- Nielsen, H. A., Methods of Natural Science : An Introduction, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1967, 70 pp.
- Nuanpen Kosolsreth, A Study of Parent - Child Relationships in Cognitive Styles, Master's Thesis, University of Illinois, 1964, 111 pp.
- Newton, David E., "Can Science Teaching be Relevant ?" School Science and Mathematics, June 1971, pp. 531 - 534.
- National Science Teacher Association, Theory Into Action : The Conceptual Scheme of Science, NSTA Pamphlet Stock Number 471 - 14282 Washington D. C. 1964.
- Okey, James R. and Fiel, Ronald L., Science Process Skills Program, Laboratory for Educational Development (Experimental Edition) Indiana University, Bloomington, Indiana, 1971.
- Ramsey, Gregor A. and Howe, Robert W., "An Analysis of Research Related to Instructional Procedure in Elementary School Science," Science and Children, April 1969, pp. 25 - 36.
- Ratana Tanboontek, An Analysis of College Teachers' Conception of Goals, The Doctorate Thesis. Teachers College, Columbia University, 1967 Kurusapha Ladprao Press, 1969.
- Reed, H. B., "Factors Influencing the Learning and Retention of Concepts," Journal of Experimental Psychology, 1946, (36) pp. 71 - 87.
- Richmond, W. Kenneth (ed.), The Concept of Educational Technology, Weidenfeld and Nicolson, 1970, 254 pp.
- Robinson, James T., The Nature of Science and Science Teaching, Wadsworth Publishing Company, Inc., Belmont, California, 1968, 149 pp.
- Saroj Buasri, A Philosophy of Ed. for Thailand : The Confluence of Buddhism and Democracy, Ministry of Education, Bangkok, Thailand 1970, 80 pp.
- Salstrom, David, "A Comparison of Conceptualization in Two Types of Guided Discovery Science Lesson," 1966 in Ramsey & Howe, Science and Children, 1969, p. 32.

- Schime, Alexander, "Science Education and Instructional System," in Robert A. Weisgerber (ed.) Instructional Process and Media Innovation, Rand McNally, Chicago, 1968.
- Schumann, John, Communication Techniques, Peace Corps/The Language Research Foundation, Peace Corps, Washington, D. C. 33 pp. (mimeo) no date.
- Scott, William A. and Wertheimer, Michael, Introduction to Psychological Research, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1962, 445 pp.
- Seares, John E., A System for Instruction, International Textbook Company, Scranton, Penn. 1967, 170 pp.
- Smith, Edward W. and Others, The Educator's Encyclopedia, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1961, 914 pp.
- Suchman, J. Richard, (Principal Investigator) The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry, 1962, 128 pp.
- Suchman, J. Richard, "Inquiry : The Conditions for Inquiry," The Instructor, 75 (1) : 30 Nov., 1968.
- Sullivan, Edmund V., "The Issue of Readiness in the Design and Organization of the Curriculum," Education Technology, April 1970, 10 (4) : 39 - 48.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W., Teaching Science by Inquiry in the Secondary School, Charles E. Merrill Publishing Co. Columbus Ohio, 1967, 357 pp.
- Thorndike, Robert L., Educational Measurement, 2nd Edition pp. 411 - 415, Washington D. C. American Council on Education 1971, 768 pp.
- Torrance, E. Paul, "Creativity and Infinity," Journal of Research and Development in Education, 4 (3) : 35 - 38, Spring, 1971.
- Torrance, E. Paul, Rewriting Creative Behavior, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1965, 353 pp.
- Van Dalen, Deobold P. and Meyer, William J., Understanding Educational Research, McGraw - Hill Inc., New York 1966, 525 pp.
- Washton, Nathan S., Teaching Science Creatively in the Secondary School, W. B. Saunders Company, 1967, 430 pp.
- Weigand, James E. (editor) Developing Teacher Competencies, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1971, 321 pp.
- Wyck, William F. Van, "Reducing Teacher Resistance to Innovation," Audio Visual Instruction, 10 (3) : 90 - 91, March 1971.

ภาคผนวก

ตัวอย่างสไลด์ที่ใช้สอนใน Model B กลุ่มทดลอง ๒



การสังเกตพื้นฐานของกลสมทกลอง ๒

ชนิดของคะแนน	ก่อนสอน		หลังสอน		พัฒนาการ	
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{Y}$	S^2	$\bar{D}$	S^2
ศพ	17.6154	26.3262	22.8462	26.3754	5.2308	40.5046
สภ	23.4231	21.0538	25.6154	23.0462	2.1923	34.9615
คณ	8.3077	19.2615	6.0385	18.9985	-2.2692	31.8046
ค	2.1154	3.0662	3.7692	3.5446	1.6538	3.8354
สภก	77.6538	52.6354	90.9231	17.1138	13.2692	65.6446
สส - ม	36.2308	188.9846	51.2692	200.2846	15.0385	73.3985
สส - ส	40.3462	186.5554	55.9615	380.1985	15.6154	237.3662
สภจ	54.6923	579.8215	99.3846	1245.7662	44.6923	771.5815
สภค	85.7308	1266.6846	156.5769	3364.8938	70.8462	1715.9754
สภจ	68.8846	844.1862	78.5385	664.6585	9.6538	293.7554
สคค	91.8077	1275.5215	114.3846	1491.9262	22.5769	733.9338

สถิติพื้นฐานของกลุ่ความคม

ชนิดของคะแนน	ก่อนสอน		หลังสอน		พัฒนาการ	
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{Y}$	S^2	$\bar{D}$	S^2
สพ	19.1852	30.9259	21.9630	31.0370	2.7778	27.5641
สภ	23.6296	15.5499	24.4074	22.6353	.7778	24.0256
คค	8.2963	13.8319	6.6667	21.0769	-1.6296	25.4729
ค	2.7778	2.9487	3.7778	3.6410	1.0000	4.9231
สภค	84.2593	29.0456	89.1481	29.9003	4.8889	31.8718
สส - ม	45.5926	97.7892	48.1852	94.0798	2.5926	90.8661
สส - ส	34.6296	68.2422	46.4815	152.6439	11.8519	98.4387
สภจ	76.8889	534.4872	100.8889	760.7949	24.0000	689.9231
สภค	114.3333	1013.3846	141.1852	1456.6952	26.8519	1491.5926
สคจ	68.0370	236.1909	85.1852	399.4644	17.1481	162.0541
สคค	91.0370	402.5755	111.8889	903.2564	20.8519	338.5157

ภาคผนวก ก.

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

๑. รายเฉลี่ยของคะแนน (Guilford, 1956 : 54)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

๒. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อคุณลักษณะการกระจายของข้อมูล (Ferguson, 1966 : 67)

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

และความแปรปรวน = (ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน)²

๓. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Garrett, 1966 : 143)

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

เมื่อ r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ΣXY	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนน X กับ Y
$\Sigma X, \Sigma Y$	แทน	ผลรวมของคะแนน X และผลรวมของคะแนน Y ตามลำดับ
$\Sigma X^2, \Sigma Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๔. ค่าความเชื่อมั่นเต็มฉบับ เมื่อปรับขยายจากค่าสหสัมพันธ์ของข้อทดสอบครั้งฉบับ (Garrett, 1962 : 339)

$$r_{tt} = \frac{2r_{\frac{1}{2}} \frac{1}{11}}{1 + r_{\frac{1}{2}} \frac{1}{11}}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเต็มฉบับ

$r_{\frac{1}{2}} \frac{1}{11}$ แทน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคู่กับข้อคี่

๕. ค่าอัตราส่วนวิกฤต (t) ของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนสอน และการทดสอบหลังสอน (Dependent Measures) (Edwards, 1958 : 164)

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

$$(S_D = \frac{S_L}{\sqrt{N}})$$

เมื่อ t แทน อัตราส่วนวิกฤต

S_D แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่าง

$\bar{D}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่าง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

๖. ค่าอัตราส่วนวิกฤตของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ๒ กลุ่ม (Edwards, 1958 : 104)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

เมื่อ	t แทน	อัตราส่วนวิกฤต
$\bar{X}_1, \bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๒ ตามลำดับ
N_1, N_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๒ ตามลำดับ
s_1^2, s_2^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๒ ตามลำดับ

๗. ค่าความเชื่อมั่น (Internal Consistency) ของแบบทดสอบ (Thorndike, 1971 : 412) หรือ Coefficient Alpha (Chronbach)

$$\rho = \frac{I}{I - 1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^I s^2 x_i}{s^2 x_f} \right)$$

เมื่อ	ρ แทน	ค่า Internal Consistency ของแบบทดสอบ
	I แทน	จำนวนข้อทดสอบ

$$\sum_{i=1}^I s^2 x_i = \text{ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากข้อทดสอบแต่ละข้อ}$$

และ $s^2 x_f$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของข้อทดสอบ

๔. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Simple - Randomized Design (Lindquist, 1956 : 56)

$$F = \frac{ms_A}{ms_W}$$

เมื่อ F แทน อัตราส่วนวิกฤต (F)

ms_A แทน Mean Square (Treatments)

ms_W แทน Mean Square (Within - group)

และ $ms_A = ss_A / (a - 1)$

$ms_W = ss_W / (N - a)$

$$ss_A = \sum_{j=1}^a T_j^2 / n_j - T^2 / N$$

$$ss_W = ss_T - ss_A$$

$$ss_T = \sum_{j=1}^a \sum X^2 - T^2 / N$$

$N =$ จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

$a =$ จำนวนกลุ่ม

๕. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) (Lindquist, 1956 : 56, 319 - 323)

$$F = \frac{ms'_A}{ms'_W}$$

เมื่อ F แทน อัตราส่วนวิกฤต (F)

ms'_A แทน Adjusted Mean Square (Treatments)

ms'_W แทน Adjusted Mean Square (Within - group)

	X	แทน	คะแนนดิบก่อนสอน
	Y	แทน	คะแนนดิบหลังสอน
	ss'	แทน	Adjusted Sum Square

และ

$$ms'_A = ss'_A / (a - 1)$$

$$ms'_W = ss'_W / (N - a - 1)$$

$$ss'_A = ss'_{T_Y} - ss'_{W_Y}$$

$$ss'_{T_Y} = ss_{T_Y} - \frac{(sp_T)^2}{ss_{T_X}}$$

$$ss_{T_Y} = \sum_{j=1}^a \sum Y^2 - T^2/N$$

$$ss_{T_X} = \sum_{j=1}^a \sum X^2 - T^2/N$$

$$sp_T = \sum_{j=1}^a \sum XY - \frac{T_X T_Y}{(sp_W)^{2N}}$$

$$ss'_{W_Y} = ss_{W_Y} - \frac{(sp_W)^{2N}}{ss_{W_X}}$$

$$ss_{W_Y} = ss_{T_Y} - ss_{A_Y}$$

$$ss_{A_X}, ss_{A_Y} = \sum_{j=1}^a \frac{T_j^2}{n_j} - T^2/N$$

$$sp_W = sp_T - sp_A$$

$$sp_A = \frac{\sum_{j=1}^a \frac{T_{Xj} T_{Yj}}{n_j}}{n_j} - \frac{T_X T_Y}{N}$$

$$ss'_{W_X} = ss_{T_X} - ss_{A_X}$$

๑๐. คำอธิบายส่วนวิกฤตเมื่อความแปรปรวนรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
(Lindquist, 1956 : 319 - 327)

$$t = \frac{\bar{Y}'_1 - \bar{Y}'_j}{\sqrt{\frac{2}{6} \bar{Y}'_1 - \bar{Y}'_j}}$$

เมื่อ t แทน อัตราส่วนวิกฤต
 $\bar{Y}'_1 - \bar{Y}'_j$ แทน ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ Adjusted แล้วทั้งสองกลุ่ม
 $\frac{2}{6} \bar{Y}'_1 - \bar{Y}'_j$ แทน Error Variance ของผลต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ Adjusted แล้ว

$$\text{และ } \bar{Y}'_1 = \bar{Y}_1 - b_w (\bar{X}_1 - M_X)$$

$$b_w = \frac{sp_w}{ss_{wX}}$$

$$\frac{2}{6} \bar{Y}'_1 - \bar{Y}'_j = \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_j} + \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_j)^2}{ss_{wX}} \right] ms'_{wY}$$