

การทดลองสอนสั่งกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แก่เด็กไทย

ระดับ ๗-๘ ขวบ



รายงานการวิจัยฉบับที่ ๒๐

สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ด้วยทุนสนับสนุนจาก

องค์การเวิลด์แบงก์แห่งสหประชาชาติ



การทดลองสอนสัปดาห์วิทยาศาสตร์

และ

คณิตศาสตร์แก้เด็กไทย

ระดับ ๓ - ๘ ขวบ

เขียนโดย

ศาสตราจารย์ จรรยา สุวรรณทัต

รายงานการวิจัยฉบับที่ ๒๐

สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์

(เดิม-สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท ๒๓, กรุงเทพฯ ๑๑

คำนำ

การวิจัยเรื่องการทดลองสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทยระดับอายุ ๗-๘ ขวบ นับเป็นการวิจัยเรื่องที่ ๒๐ ของสถาบัน การวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทางด้านการเงินจากองค์การสงเคราะห์เด็กแห่งสหประชาชาติ ตลอดจนได้รับการแนะนำทางด้านวิชาการจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายองค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ เก็บรายงานการวิจัยฉบับนี้ไปเขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งฉบับ เพื่อรายงานผลแก่องค์การเงินทุนสงเคราะห์เด็กแห่งสหประชาชาติ ผู้กรุณาให้ทุนสนับสนุน แต่เนื่องจากสถาบันมีความเห็นว่าคุณสมบัติของงานวิจัยฉบับนี้ยังมีความกว้างขวางระหว่างผู้ทำการวิจัยและผู้รับการวิจัย จึงใคร่ที่จะพยายามหาทางทุกทางที่จะเชื่อมโยงช่องว่างนี้ หนทางหนึ่งที่สถาบันคิดว่าจะช่วยให้ผลการวิจัยขึ้นถึงมือผู้อ่าน หรือผู้ปฏิบัติที่เป็นครูไทยหรือผู้เกี่ยวข้องกับเด็กไทยทั้งหลาย ก็คือการถอดความรายงานวิจัยขึ้นนี้ออกเป็นภาษาไทยให้สมบูรณ์ตามเนื้อหาเดิมทุกประการ ด้วยเจตนารมย์ดังกล่าวแล้ว รายงานการศึกษาทดลองชิ้นนี้จึงสำเร็จขึ้นมาได้

สถาบันใคร่แสดงความขอบพระคุณต่อองค์การเงินทุนสงเคราะห์เด็กแห่งสหประชาชาติ ผู้สนับสนุนด้านการเงินต่องานวิจัยเรื่องนี้ทั้งหมด ทั้งได้กรุณาให้เงินอุดหนุนเพิ่มเติมอีกส่วนหนึ่งในการพิมพ์รายงานการวิจัยเป็นภาษาไทยอีกด้วย โดยเฉพาะสถาบันใคร่ขอขอบคุณ นายโฮเซ คิอัส ผู้แทนองค์การยูนิเซฟประจำประเทศไทย นายธีระ สมิตร์ เจ้าหน้าที่วางแผนฝ่ายไทยขององค์การเงินทุนสงเคราะห์เด็กแห่งสหประชาชาติ นายรัตนยะเก และนายคริมเมอแลน เจ้าหน้าที่ฝ่ายการศึกษาขององค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ศูนย์สาธารณสุข เขตพระโขนง ครูใหญ่ อาจารย์ใหญ่ และผู้ช่วยครูใหญ่ ผู้ช่วยอาจารย์ใหญ่ ของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้ปกครอง และเด็กในกลุ่มตัวอย่างทุกคน ตลอดจนผู้มีส่วนร่วมในคณะผู้วิจัยทั้งหมด ถ้าปราศจากการให้ความช่วยเหลือและร่วมมือจากบุคคลทั้งหลายเหล่านี้แล้ว งานวิจัยชิ้นนี้ไม่อาจสำเร็จลงได้อย่างแน่นอน

[๒]

สาระประโยชน์อันพึงจะได้จากผลการวิจัยครั้งนี้ นับเป็นเป้าประสงค์สูงสุดอย่างหนึ่งของสถาบันอีกทั้งจะช่วยเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างงานของผู้วิจัย และงานของผู้ใช้ผลการวิจัยตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ให้ใกล้ชิดกันมากยิ่งขึ้นกว่าเดิมด้วย.

จรจา สุวรรณทัต

(ศาสตราจารย์ ดร. จรจา สุวรรณทัต)

ผู้อำนวยการ

สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์

(เดิม สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าวิจัยเรื่องเด็ก)

๒๓ สิงหาคม ๒๕๑๕

สารบัญ

หน้า

ภูมิหลังและปัญหา	๑
วัตถุประสงค์	๔
ข้อสมมติฐาน	๔
คำนิยามของสิ่งกับและตัวแปรต่าง ๆ	๕
วิธีดำเนินการวิจัยและวิธีการวิจัย	๕
การเตรียมการ	๕
การเตรียมเครื่องมือและวัสดุในการวิจัย	๖
การเตรียมการเลือกกลุ่มตัวอย่างและการวางแผนแบบวิจัย...	๙
การฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์และผู้จับบันทึก	๑๑
การฝึกอบรมตัวบุคคลที่จะสอนบทเรียนในการทดลอง..	๑๒
การประเมินผล	๑๓
การจัดกระทำกับข้อมูล..	๑๔
ผลการวิจัย	๑๔
การอภิปรายผล..	๔๕
เอกสารอ้างอิง...	๕๑

ภาคผนวก

๑. เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสังคมของเด็กไทย...	๕๗
๒. แบบทดสอบของเพียเจต์และวิธีดำเนินการ ทดสอบจนตัวอย่าง การตอบสนองของเด็ก (การอนุรักษ์ความยาว)...	๗๑

ภาคผนวก

๓. แบบทดสอบของเพียเจต์และวิธีดำเนินการ	ตลอดจนตัวอย่าง	
การตอบสนองของเด็ก (การอนุรักษ์มวลสาร) ....	.....	๗๔
๔. แบบทดสอบของเพียเจต์และวิธีดำเนินการ	ตลอดจนตัวอย่าง	
การตอบสนองของเด็ก (การอนุรักษ์น้ำหนัก) ....	.....	๗๘
๕. แบบทดสอบของเพียเจต์และวิธีดำเนินการ	ตลอดจนตัวอย่าง	
การตอบสนองของเด็ก (ภาพการคิดในสมอง) ....	.....	๘๑
๖. แบบทดสอบของเพียเจต์และวิธีดำเนินการ	ตลอดจนตัวอย่าง	
การตอบสนองของเด็ก (การรวมเข้าประเภท-คอกไม้) ....	.....	๘๓
๗. แบบทดสอบของเพียเจต์และวิธีดำเนินการ	ตลอดจนตัวอย่าง	
การตอบสนองของเด็ก (การรวมเข้าประเภท-สัตว์) ....	.....	๘๗
๘. แบบทดสอบของเพียเจต์และวิธีดำเนินการ	ตลอดจนตัวอย่าง	
การตอบสนองของเด็ก (การอนุรักษ์ของเหลว) ..	.....	๙๑
๙. แบบทดสอบของเพียเจต์และวิธีดำเนินการ	ตลอดจนตัวอย่าง	
การตอบสนองของเด็ก (การจับคู่หนึ่งต่อหนึ่ง) ....	.....	๙๕
๑๐. แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์	.....	๙๘
๑๑. แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์..	.....	๑๐๙
๑๒. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทเตรียมความพร้อม) ..	.....	๑๑๘
๑๓. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทสังกัปการอนุรักษ์จำนวน) ....	.....	๑๒๘
๑๔. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทสังกัปการอนุรักษ์ความยาว) ....	.....	๑๔๑
๑๕. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทสังกัปการจัดลำดับ) ..	.....	๑๔๙
๑๖. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทภาพการคิดในสมอง) ....	.....	๑๕๙
๑๗. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทสังกัปความคงที่ของปริมาณ) ..	.....	๑๗๔
๑๘. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทสังกัปการอนุรักษ์มวลสาร) ....	.....	๑๙๐

ภาคผนวก

๑๙. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทสื่งกับการอนุรักษ์น้ำหนัก)	๒๐๔
๒๐. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง (บทการรวมเข้าประเภท)	๒๑๑
๒๑. บทเรียนที่ใช้ในกลุ่มควบคุม	๒๓๔
๒๒. การประเมินผลและข้อสังเกตจากการใช้บทเรียนในกลุ่มทดลอง....	๒๕๗
๒๓. การประเมินผลทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอนในกลุ่มทดลอง	๒๖๑
๒๔. การประเมินผลและข้อสังเกตจากการใช้บทเรียนในกลุ่มควบคุม...	๒๖๘
๒๕. การประเมินผลทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอนในกลุ่มควบคุม	๒๗๒
๒๖. รายชื่อและหน้าที่ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	๒๗๕
๒๗. แผนการปฏิบัติงาน	๒๗๗

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

๑. จำนวนเด็กในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเงื่อนไขการทดลองและสภาพแวดล้อม แต่ละระดับ	๑๑
๒. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลว จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๑๕
๓. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวเป็นรายคู่... ..	๑๖
๔. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มวลสาร จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๑๗
๕. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดการอนุรักษ์มวลสารเป็นรายคู่.... ..	๑๘
๖. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนัก จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๑๙
๗. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักเป็นรายคู่.... ..	๒๐
๘. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ความยาว จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๒๑
๙. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการจัดรวมเข้าประเภท (คอกไม้) จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม.... ..	๒๒
๑๐. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการจัดรวมเข้าประเภท (สัตว์) จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๒๓
๑๑. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการจัดรวมเข้าประเภท (สัตว์) เป็นรายคู่	๒๔
๑๒. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดภาพการคิดในสมอง จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๒๕

๑๓. คำสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ๗ ตัวแปรของแบบทดสอบสังกัดกับ วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามการทดลองของเพียเจต์..	๒๖
๑๔. คำนำนัยก้องค์ประกอบทั้ง ๔ ตัว ที่ปรากฏในตัวแปรทั้ง ๗ ก่อนการหมุนแกน	๒๗
๑๕. คำนำนัยก้องค์ประกอบทั้ง ๔ อย่างที่อยู่ในตัวแปรต่าง ๆ ภายหลังการหมุนแกน	๒๘
๑๖. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มการอนุรักษ์สัตว์ จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๓๐
๑๗. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่ม “การอนุรักษ์สัตว์” เป็นรายคู่..	๓๑
๑๘. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่ม “การจำแนกสิ่งที่มีชีวิต” จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๓๒
๑๙. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ วิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม..	๓๓
๒๐. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์เป็นรายคู่..	๓๔
๒๑. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม..	๓๕
๒๒. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่	๓๖
๒๓. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม	๓๘
๒๔. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนรวมในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เป็นรายคู่	๓๙
๒๕. คำสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับคะแนนสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	๔๐

๒๖.	การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนสังกัดทาง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และ คะแนนสังกัดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์	๔๑
๒๗.	ค่าสหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบวัดสังกัดกับด้านวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ตามการทดลองของเพียเจท์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	๔๒
๒๘.	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้ง ๕ ตัว ที่ปรากฏในตัวแปร ๕ ตัว ก่อนการหมุนแกน ..	๔๓
๒๙.	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ๕ องค์ประกอบ ที่ปรากฏอยู่ในตัวแปร ๕ ตัว ภายหลังการหมุนแกน	๔๔

การศึกษาทดลองสอนสัปดาห์ทางวิทยาศาสตร์

และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทย

ระดับ ๗-๘ ขวบ

ภูมิหลังและปัญหา

จากการสัมมนาส่วนภูมิภาคเรื่อง “การพัฒนาสัปดาห์ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในเด็ก” ซึ่งจัดขึ้นด้วยความร่วมมือขององค์การยูเนสโก ยูนิเซฟ และ ซีโต ที่กรุงเทพฯ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน พ.ศ. ๒๕๑๕ ได้มีข้อเสนอแนะประการหนึ่งคือ ควรได้ จัดให้มีโปรแกรมการวิจัยในท้องถิ่นต่าง ๆ เช่น การพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กใน แถบภาคพื้นเอเชีย ตลอดจนควรให้มีการวิจัยเพื่อศึกษาผลของวิธีการสอนต่าง ๆ ซึ่งจะมีต่อการ พัฒนาทางสติปัญญาและความคิด ข้อเสนอแนะดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจากเหตุผลที่พิจารณา แล้วว่าสมควรที่จะทำต่อไปนี้คือ *

๑. ระหว่างสิบปีที่แล้วมา การพัฒนาด้านหลักสูตรมีความโน้มเอียงที่จะให้การ พิจารณาย่างระมัดระวังรอบคอบในเรื่องผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทางด้านจิตวิทยาพัฒนาการ และการพัฒนาทางด้านวิชาที่ว่าด้วยความรู้ในทฤษฎีและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะผลการ ค้นคว้าและความรู้เหล่านี้สามารถให้ความแจ่มกระจ่างในบทบาทและโครงสร้างของกระบวนการ ทางสติปัญญา

๒. ในบรรดาความคิดทางด้านจิตวิทยาพัฒนาการ งานของ เพียเจท์ (Piaget) ได้ รับการรับรองอย่างกว้างขวางทั่วโลก ทั้งนี้เพราะผลการค้นคว้าของเพียเจท์สามารถใช้เป็นกรอบ ในการพิจารณาหลักสูตรได้

๓. ผู้ที่เข้าร่วมในการสัมมนามีความเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการ พัฒนาหลักสูตรโดยอาศัยฐานหรือหลักเกณฑ์จากทฤษฎีจิตวิทยาอันเป็นที่เชื่อถือได้ในด้านพัฒนา การทางความคิด การเรียนรู้ใด ๆ อาจมีประสิทธิผลขึ้นถ้าหากมีการพิจารณาเหตุผลของเด็กมากกว่าการคำนึงถึงสาระเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว

*UNESCO, UNICEF, CEDO, *Report of a regional seminar on the development of science and mathematics concepts in children.* Unesco regional office for education in Asia : Bangkok, Thailand, 1972.

๔. ด้วยเหตุผลต่างๆ ตามที่กล่าวมานี้ จึงเป็นที่ตระหนักและเห็นความจำเป็นที่จะต้องพยายามให้มีการศึกษาทดลองขั้นต้นในทฤษฎีของเพียเจท์ ที่จะอาจนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาหลักสูตรได้มากขึ้นเพียงใด การศึกษาทดลองเช่นนี้ถ้าได้กระทำในประเทศต่างๆ ที่เข้าร่วมสัมมนาครั้งนั้นแล้วก็จะก่อให้เกิดคุณค่าสำคัญในผลที่จะได้รับ และถือเป็นนวัตกรรมที่อาจกระทำได้ในสาขาของการพัฒนาหลักสูตร ตลอดจนยังอาจช่วยให้นักการศึกษาทางวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ทางการสอนอย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

๕. ขั้นที่สำคัญต่อไปก็คือ การพัฒนาแบบสำหรับสร้างสะพานเชื่อมโยงระหว่างการวิจัยและการพัฒนาหลักสูตรในเอเชีย

๖. ด้วยอาศัยสิ่งที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด กิจกรรมที่จะกล่าวต่อไปนี้จึงเป็นสิ่งที่ผู้เข้าร่วมสัมมนาเห็นว่าจะต้องลงมือกระทำ

ก. การศึกษาค้นคว้าแบบเดียวกันในเอเชีย เพื่อการทดสอบความเชื่อถือได้ของทฤษฎีเพียเจท์

ข. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ในเอเชีย เพื่อสร้างแบบที่จะช่วยให้ผู้พัฒนาหลักสูตรได้ผสมผสานผลที่ได้จากการวิจัยลงสู่งานพัฒนาหลักสูตรของตนอย่างจริงจัง

ในประเทศไทย ผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเท่าที่ได้รวบรวมมาอย่างละเอียด (รายละเอียดของการศึกษาเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในอดีตและปัจจุบัน ในด้านการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดของเด็กไทย จะดูได้ที่ภาคผนวก ๑) ปรากฏว่าเด็กไทยมีการพัฒนาขั้นตอนทางสติปัญญา (ตามที่เพียเจท์นิยาม) ช้ากว่าเด็กทางยุโรปตะวันตกประมาณ ๒-๓ ปี ข้อคิดที่สำคัญก็คือเด็กไทยในกลุ่มตัวอย่าง มีน้อยคนที่จะพัฒนาถึงขั้นที่เรียกว่า “ขั้นคิดอย่างเป็นทางการ” (Formal operation stage) ซึ่งเป็นขั้นที่เด็กจะสามารถใช้เหตุผลที่เป็นตรรกวิทยาได้ในการขบปัญหาต่างๆ ที่ตนเผชิญ การค้นพบในการวิจัยเช่นนี้มีเหตุผลต่างๆ มากมายที่อาจนำมาอธิบาย แต่ที่น่าสนใจอย่างหนึ่งก็คือ ข้อเท็จจริงที่ว่า การปฏิบัติในขณะปัจจุบันในด้านที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน ซึ่งเด็กได้รับจากองค์กรต่างๆ ที่ให้การฝึกฝนอบรม โดยเฉพาะจากทางโรงเรียน ครูเกือบจะไม่ได้ให้สอนให้เด็กได้รู้จักคิด แต่มักจะสอนเน้นไปทางจำให้

เด็กจดจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ และการฝึกให้ท่องจำแต่เพียงอย่างเดียว ด้วยเหตุนี้เด็ก ๆ จึงขาดการมองเห็นความสำคัญในการเกี่ยวข้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ของปัญหา และขาดความสามารถที่จะขบปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยเหตุผลทางตรรกวิทยาได้

กล่าวโดยทั่วไปแล้ว เป็นที่ยอมรับว่าการสอนเด็กให้เรียนรู้สัจกับ (Concept) นับเป็นขั้นที่จำเป็นที่สุดในการสร้างให้เด็กเกิดความเป็นผู้เข้าใจในเหตุและผล นอกจากนั้นแล้ว ยังเป็นที่ยอมรับกันต่อไปอีกว่าจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดระหว่างสัจกับทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เด็กได้จากการสอน กับศักยภาพของเด็กในการเรียนรู้ที่มีความหมายและเป็นประโยชน์ทางโรงเรียน ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะได้มีการตรวจสอบผลของการสอนโดยวิธีการให้เด็กเรียนสัจกับ และเพื่อจะค้นคว้าดูว่าจะมีความสัมพันธ์อย่างใดหรือไม่ระหว่างสัจกับที่เด็กได้จากการสอน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิจัยขั้นนี้จึงเป็นของจำเป็นเพราะผลที่ได้จากการศึกษาจะช่วยพัฒนาลำดับขั้นของการเรียนการสอน ซึ่งเน้นการใช้ความหมายในการเรียน และความเข้าใจของเด็กเป็นประการสำคัญ

เช่นเดียวกับส่วนอื่น ๆ ของโลก เมืองใหญ่เช่นกรุงเทพมหานคร มีเด็กจากถิ่นสลัมเป็นจำนวนมาก เด็กเหล่านี้ตกอยู่ในภาวะแวดล้อมที่ด้อยทั้งทางสังคมและการศึกษา ด้วยเหตุนี้กล่าว เด็กเหล่านี้จึงมีขีดจำกัดต่อการเรียนสัจกับที่เหมาะสมและเป็นประโยชน์ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียนการสอนเด็กสลัมชายหญิงให้สามารถพัฒนาและได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจหรือสัจกับที่ถูกต้องจึงเป็นประโยชน์ไม่เพียงแต่ต่อตัวเด็กเองเท่านั้น แต่ยังเป็นประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมอย่างมากอีกด้วย ขณะที่เด็กสลัมกำลังประสบปัญหาทางด้านสังคมและการศึกษา ก็จะมีเด็กอีกกลุ่มหนึ่งที่กำลังประสบปัญหาที่เนื่องมาจากความด้อยทางสภาวะแวดล้อมคล้าย ๆ กัน นั่นก็คือเด็กในชนบท จากผลการศึกษาค้นคว้าที่กระทำมาแล้ว พบว่าเด็กในชนบทมีความล้าหลังทั้งในด้านร่างกายและสติปัญญาเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กในตัวเมือง ครูในชนบทโดยเฉพาะในชนบทดึกกันดารต้องเผชิญกับปัญหานานัปการที่เป็นอุปสรรคต่อการสอนของตนให้เกิดประสิทธิภาพ อุปสรรคที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งก็คือ ทั้งครูและเด็กในชนบทขาดสิ่งเร้าทางสภาพแวดล้อม และทางจิตวิทยาที่จะเอื้อให้เกิดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง

เป็นที่คาดหวังจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นการวิจัยที่พยายามจะเอาชนะอุปสรรค (Intervention Project) ในด้านนี้ครั้งแรกทางเอเชีย ว่าผลของการสอนโดยการสร้างให้เกิดสัจกับในเด็กที่มาจากสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ กันจะช่วยยกระดับความก้าวหน้าทางสติปัญญาของเด็กเหล่านั้นได้ ทั้งยังเป็นที่ยังหวังต่อไปอีกว่าผลการค้นคว้าจะพบความสัมพันธ์ระหว่าง

สังกัดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้แล้วผลการค้นคว้าคาดว่าจะสามารถให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการปรับปรุงการฝึกหัดครู และการศึกษาค้นคว้าทางการเรียนรู้อีกด้วย ถ้าหากผลการค้นคว้าปรากฏตามที่คาดหวังไว้ การสอนโดยการสร้างให้เด็กเกิดสังกัดก็จะต้องได้รับการสนับสนุนอย่างจริงจัง และควรให้มีการนำไปใช้ในระบบประถมศึกษาในเอเชีย เพื่อจะได้ใช้แทนการปฏิบัติของครูในขณะปัจจุบันนี้ที่ย้ำให้เด็กจดจำเฉพาะข้อเท็จจริงต่าง ๆ การสอนด้วยวิธีเช่นนี้ก็จะช่วยเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างหลักสูตรที่เขียนไว้ในแผ่นกระดาษกับสิ่งที่ครูกับเด็กปฏิบัติจริงในห้องเรียน

วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ คือ

- (๑) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของเด็กไทยในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งมีต่อการสอนสังกัดบางประการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
- (๒) เพื่อกำหนดขอบ ข่ายความสัมพันธ์ ระหว่างความสามารถทางการคิด กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- (๓) เพื่อศึกษาผลของการสอนสังกัดที่มีต่อเด็กซึ่งมาจากภูมิหลังทางสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน

ข้อสมมติฐาน

- (๑) เด็กที่ได้รับการสอนสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (กลุ่มทดลอง) จะได้คะแนนในแบบทดสอบของเพียเจต์สูงกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการสอน (กลุ่มทดลอง)
- (๒) ในการได้มาซึ่งคะแนนสังกัด ผลของการสอนที่มีต่อเด็กในสภาพแวดล้อมต่างกันจะต่างกันด้วย
- (๓) มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างคะแนนสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (ที่วัดจากการทดสอบหลังการทดลองด้วยแบบทดสอบของเพียเจต์) และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

นอกจากข้อสมมติฐานใหญ่ ๓ ข้อนี้แล้ว ยังมีข้อสมมติฐานเฉพาะอีกหลายข้อที่จะได้ยกไปกล่าวไว้ในตอนที่ว่าด้วยผลของการค้นคว้า

คำนิยามของสังกัป และตัวแปรต่าง ๆ

(๑) คำนิยามของสังกัป (Concept) คำอธิบายสังกัปในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คือความสามารถที่จะสัมพันธ์ข้อเท็จจริงและข้อสังเกตที่มีมาแล้วกับข้อเท็จจริงใหม่และข้อสังเกตใหม่ ทั้งนี้บุคคลจะสามารถมองเห็นลู่ทางในการขบปัญหา และมีความสามารถที่จะขบปัญหา โดยอาศัยเหตุผลทางตรรกวิทยา สังกัปทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้วัดได้จากแบบทดสอบของเพียเจท์

๒. คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ตัวแปรอิสระได้รับการนิยามดังนี้

X_1 = สภาพแวดล้อม (ในเมือง สลัม และชนบท)

X_2 = เงื่อนไข (การควบคุมและการทดลอง)

ตัวแปรตาม ได้รับการนิยามดังนี้

Y_1 = นิยามโดยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบเพียเจท์ชุดแรก

Y_2 = นิยามโดยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบเพียเจท์ชุดที่สอง

Y_3 = นิยามโดยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัยและวิธีการวิจัย

๑. การเตรียมการ

ในระยะแรกของการเตรียมการวิจัย สถาบันได้เสนอร่างโครงการวิจัย (Research proposal) เรื่องการศึกษาทดลองการสอนสังกัปทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทย ต่อองค์การยูนิเซฟ ยูเนสโก เมื่อสถาบันได้รับการบอกเล่าว่าโครงการวิจัยได้รับการยอมรับ และช่วยเหลือทางด้านการเงินจากสำนักงานใหญ่ขององค์การยูนิเซฟแล้ว คณะกรรมการวิจัยของโครงการนี้ก็ได้นำเอาโครงการวิจัยมาพิจารณาใหม่อย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนการดำเนินงาน ทั้งนี้เพราะต้นฉบับโครงการวิจัยแรกเริ่มได้นำเสนอต่อยูนิเซฟประมาณหนึ่งปีเต็มก่อนได้รับอนุมัติเป็นทางการให้ดำเนินการได้ คณะผู้วิจัยจึงสังเกตเห็นความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาร่างโครงการนี้อีกครั้งหนึ่งอย่างละเอียดรอบคอบทุกแง่ทุกมุม หลังจากการร่วมประชุมพิจารณาหลายครั้ง คณะผู้วิจัยได้มีข้อยุติและมติที่จะให้มีการเปลี่ยนแปลงรายการละเอียดบางประการของโครงการวิจัย กล่าวคือในโครงการวิจัยแรกเริ่ม จะมีกลุ่มตัวอย่างเพียง ๒ กลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่างของเด็กไทย

ในตัวเมือง และกลุ่มตัวอย่างของเด็กไทยในถิ่นสลัม และจะใช้เด็กในกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับอายุต่าง ๆ กัน ๓ ระดับ แต่ผลจากการทดลองแบบนำร่อง (Pilot study) ขณะรอผลการอนุมัติจากยูนิเซฟ คณะผู้วิจัยพบอุปสรรคในการที่จะใช้เด็กที่มีอายุต่าง ๆ กันในการทดลองประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่งเกิดอุปสรรคในการที่จะสร้างแบบเรียนที่จะใช้ในการทดลองสำหรับเด็กระดับอายุต่าง ๆ กันให้ทันกับกำหนดเวลาการวิจัยตามโครงการนี้ ด้วยเหตุต่าง ๆ ดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้เสนอขอเปลี่ยนรายการละเอียดบางประการที่ไม่กระทบกระเทือนต่อโครงการวิจัย และได้ลดระดับอายุของเด็กกลุ่มตัวอย่างจากเดิมที่กำหนดไว้ ๓ ระดับ มาเป็น ๒ ระดับ และได้เพิ่มเด็กกลุ่มตัวอย่างจากสภาพแวดล้อม

ส่งกับบางปร.
(๒) วิทยาศาสตร์ และ

สัมฤทธิ์ทางการเรียน
(๓) เพื่อศึกษา

ต่าง ๆ กัน

ข้อสมมติฐาน

(๑) เด็กที่ได้รับการสอนส่งก.
ได้คะแนนในแบบทดสอบของเพียเจต์สูงกว่า

(๒) ในการได้มาซึ่งคะแนนส่งก.
ต่างกันจะต่างกันด้วย

(๓) มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างคะแนน
ศาสตร์ (ที่วัดจากการทดสอบหลังการทดลองด้วยแบบทดสอบ
จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

นอกจากข้อสมมติฐานใหญ่ ๓ ข้อนี้แล้ว ยังมีข้อสมมติฐาน
ได้ยกไปกล่าวไว้ในตอนที่ว่าด้วยผลของการค้นคว้า

ได้เสนอร่างโครงการวิจัย (Research
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทย ต่อ
บอกเล่าว่าโครงการวิจัยได้รับการยอมรับ และ
องค์การยูนิเซฟแล้ว คณะกรรมการวิจัยของ
รณานิคมอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนการดำเนินงาน ๒๕
ดำเนินการโดยยูนิเซฟประมาณหนึ่งปีเต็มก่อนได้รับอนุมัติเป็น
ผู้วิจัยจึงได้แสดงความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาว่าโครงการนอก
อบทุกแห่งกลุ่ม หลังจากการร่วมประชุมพิจารณาหลายครั้ง คณะ
จะให้มีการเปลี่ยนแปลงรายการละเอียดบางประการของโครงการวิจัย
วิจัยแรกเริ่ม จะมีกลุ่มตัวอย่างเพียง ๒ กลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่างของเด็กไทย

ง. สังกัปเหล่านี้จะถูกทดสอบได้โดยวิธีการของเพียเจท์ เทคนิคและวัสดุที่ใช้ในการทดสอบอาจมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างได้

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาแบบทดสอบที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเพียเจท์อย่างละเอียดรอบคอบ และได้ตกลงเลือกแบบทดสอบที่จะใช้ในการทดลองโดยอาศัยเกณฑ์และการพิจารณาจากผลการศึกษาครั้งนี้ว่าที่ได้กระทำกับเด็กไทยมาก่อนแล้วประกอบด้วยอย่างรอบคอบ ในที่สุดได้ตกลงเลือกแบบทดสอบของเพียเจท์ต่าง ๆ ดังนี้คือ แบบทดสอบจับคู่หนึ่งต่อคู่หนึ่ง แบบทดสอบการอนุรักษ์ของเหลว (ปริมาณ) แบบทดสอบการจัดรวมประเภท (คอกไม้) แบบทดสอบการอนุรักษ์มวลสาร แบบทดสอบการอนุรักษ์ความยาว แบบทดสอบภาพการคิดในสมอง (แบบนิ่ง) แบบทดสอบการจัดรวมประเภท (สัตว์) และแบบทดสอบการอนุรักษ์น้ำหนัก คณะผู้วิจัยได้ทำการแปลแบบทดสอบของเพียเจท์ (ซึ่งประกอบด้วยวิธีการและวัสดุ) ออกเป็นภาษาไทย และพยายามอย่างยิ่งที่จะคงความหมายที่ตรงกับต้นฉบับไว้ให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามภาษาและวัสดุที่ใช้ในการดำเนินการทดสอบได้กระทำกันอย่างรอบคอบโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและอายุของเด็กที่ถูกทดสอบด้วย

ข. การสร้างบทเรียนที่ใช้ในการทดลอง

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษาที่เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด โดยเฉพาะได้ให้ความสนใจเป็นพิเศษเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมการศึกษาเช่นนี้ถือเป็นสิ่งจำเป็นก่อนการสร้างบทเรียนที่จะใช้ในการทดลองสอนความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มีการทดลองเขียนบทเรียนการสอนและลองใช้กับเด็กที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มตัวอย่างโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุง และแก้ไขบทเรียนก่อนการทดลองสอนจริง บทเรียนแต่ละบทจะมีขั้นต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการสอนแบบสืบสวน - สอบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry method) ที่ย้าถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและขั้นตอนการสอนซึ่งเริ่มจากการสังเกต การอธิบาย การทำนาย และการควบคุมตามลำดับ

ในที่สุด ได้มีการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่จะใช้ในการทดลองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว บทเรียนทดลองเหล่านี้ประกอบด้วย บทเรียนที่ช่วยเตรียมให้เด็กเกิดความพร้อมในการเรียนสังกัป บทเรียนนี้มีอยู่ ๓ ตอน และมีบทเรียนอีก ๘ บทเรียน ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เด็กเกิดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บทเรียนเหล่านี้ได้แก่

ในตัวเมือง และกลุ่มตัวอย่างของเด็กไทยในถิ่นสลัม และจะใช้เด็กในกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับอายุต่าง ๆ กัน ๓ ระดับ แต่ผลจากการทดลองแบบนำร่อง (Pilot study) ขณะรอผลการอนุมัติจากยูนิเซฟ คณะผู้วิจัยพบอุปสรรคในการที่จะใช้เด็กที่มีอายุต่าง ๆ กันในการทดลองประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่งเกิดอุปสรรคในการที่จะสร้างแบบเรียนที่จะใช้ในการทดลองสำหรับเด็กระดับอายุต่าง ๆ กันให้ทันกับกำหนดเวลาการวิจัยตามโครงการนี้ ด้วยเหตุต่าง ๆ ดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้เสนอขอเปลี่ยนรายการละเอียดบางประการที่ไม่กระทบกระเทือนต่อโครงการวิจัยแรกเริ่ม กล่าวคือ ได้ลดระดับอายุของเด็กกลุ่มตัวอย่างจากเดิมที่กำหนดไว้ ๓ ระดับ มาเป็นระดับเดียว คือใช้เด็กอายุระหว่าง ๗-๘ ขวบ แต่ได้เพิ่มเด็กกลุ่มตัวอย่างจากสภาพแวดล้อมในเมืองและสลัมให้มีเด็กจากสภาพแวดล้อมชนบทด้วย

๒. การเตรียมเครื่องมือและวัสดุในการวิจัย

ก. การเลือกสิ่งกัปที่จะใช้ในการศึกษาทดลอง

ในขั้นแรกของการดำเนินการวิจัย คณะผู้วิจัยได้ประชุมปรึกษาหารือเพื่อตกลงในเรื่องการเลือกชนิดของสิ่งกัป (Concept) เพื่อการศึกษาทดลอง ในที่สุดได้มีการตกลงเลือกสิ่งกัปทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ๘ อย่างขึ้นเพื่อการศึกษา โดยที่คณะผู้วิจัยได้ตกลงในเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้เลือกสิ่งกัป ดังนี้

ก. สิ่งกัปที่เลือกเพื่อการศึกษาเหล่านี้จะต้องเป็นความรู้ความเข้าใจพื้นฐานที่แฝงอยู่ในสถานการณ์การเรียนรู้ที่เด็กประสบอยู่ในโรงเรียน และจะต้องเป็นตัวแทนของกระบวนการทางสมองซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการได้มาซึ่งความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สิ่งกัปที่ศึกษานี้สามารถแบ่งออกได้เป็น ๒ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ จำนวน เซต ที่ว่างและแบบฟอร์ม และความรู้ความเข้าใจทางการอนุรักษ์จำนวนทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร และมวลสาร

ข. สิ่งกัปต่าง ๆ เหล่านี้อาจนำออกมากล่าวถึงได้จากหลักสูตรประถมศึกษสำหรับเด็กไทย ซึ่งตรงกับความคิดของเพียเจท์ในชั้นต่าง ๆ ทางสมองของเด็ก

ค. สิ่งกัปเหล่านี้ได้รับการศึกษาค้นคว้าในที่ต่าง ๆ ของโลกมาแล้วรวมทั้งในประเทศไทยด้วย จึงยังให้กล่าวได้ว่าสิ่งกัปที่จะศึกษานี้เป็นสากล (Universal)

ง. สังกัปเหล่านี้จะถูกทดสอบได้โดยวิธีการของเพียเจท์ เทคนิคและวัสดุที่ใช้ในการทดสอบอาจมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างได้

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาแบบทดสอบที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเพียเจท์อย่างละเอียดรอบคอบ และได้ตกลงเลือกแบบทดสอบที่จะใช้ในการทดลองโดยอาศัยเกณฑ์และการพิจารณาจากผลการศึกษาค้นคว้าที่ได้กระทำกับเด็กไทยมาก่อนแล้วประกอบด้วยอย่างรอบคอบ ในที่สุดได้ตกลงเลือกแบบทดสอบของเพียเจท์ต่าง ๆ ดังนี้คือ แบบทดสอบจับคู่หนึ่งต่อคู่หนึ่ง แบบทดสอบการอนุรักษ์ของเหลว (ปริมาณ) แบบทดสอบการจัดรวมประเภท (ดอกไม้) แบบทดสอบการอนุรักษ์มวลสาร แบบทดสอบการอนุรักษ์ความยาว แบบทดสอบภาพการคิดในสมอง (แบบนิ่ง) แบบทดสอบการจัดรวมประเภท (สัตว์) และแบบทดสอบการอนุรักษ์น้ำหนัก คณะผู้วิจัยได้ทำการแปลแบบทดสอบของเพียเจท์ (ซึ่งประกอบด้วยวิธีการและวัสดุ) ออกเป็นภาษาไทย และพยายามอย่างยิ่งที่จะคงความหมายที่ตรงกับต้นฉบับไว้ให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามภาษาและวัสดุที่ใช้ในการดำเนินการทดสอบได้กระทำกันอย่างรอบคอบโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและอายุของเด็กที่ถูกทดสอบด้วย

ข. การสร้างบทเรียนที่ใช้ในการทดลอง

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษาที่เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด โดยเฉพาะได้ให้ความสนใจเป็นพิเศษเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมการศึกษาเช่นนี้ถือเป็นสิ่งจำเป็นก่อนการสร้างบทเรียนที่จะใช้ในการทดลองสอนความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มีการทดลองเขียนบทเรียนการสอนและลองใช้กับเด็กที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มตัวอย่างโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุง และแก้ไขบทเรียนก่อนการทดลองสอนจริง บทเรียนแต่ละบทจะมีขั้นต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการสอนแบบสืบสวน - สอบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry method) ที่ย้าถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและขั้นตอนการสอนซึ่งเริ่มจากการสังเกต การอธิบาย การทำนาย และการควบคุมตามลำดับ

ในที่สุด ได้มีการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่จะใช้ในการทดลองเป็นที่เรียบร้อย บทเรียนทดลองเหล่านี้ประกอบด้วย บทเรียนที่ช่วยเตรียมให้เด็กเกิดความพร้อมในการเรียนสังกัปบทเรียนนี้มีอยู่ ๓ ตอน และมีบทเรียนอีก ๘ บทเรียน ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เด็กเกิดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บทเรียนเหล่านี้ได้แก่

๑. บทเรียนการเตรียมความพร้อม ตอนที่ ๑
๒. บทเรียนการเตรียมความพร้อม ตอนที่ ๒
๓. บทเรียนการเตรียมความพร้อม ตอนที่ ๓
๔. บทเรียนการอนุรักษ์จำนวน
๕. บทเรียนการอนุรักษ์ความยาว
๖. บทเรียนการจัดลำดับ
๗. บทเรียนภาพการคิดในสมอง (แบบหนึ่ง)
๘. บทเรียนการอนุรักษ์ปริมาณ
๙. บทเรียนการอนุรักษ์มวลสาร
๑๐. บทเรียนการอนุรักษ์น้ำหนัก
๑๑. บทเรียนการจำแนกประเภท

(รายละเอียดของบทเรียนที่ใช้ในการทดลองอยู่ในภาคผนวก ๑๒, ๑๓, ๑๔, ๑๕, ๑๖, ๑๗, ๑๘, ๑๙, ๒๐,)

ก. การสร้างบทเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

นอกจากบทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลองแล้ว ได้มีการสร้างบทเรียนสำหรับเด็กในกลุ่มควบคุมด้วย บทเรียนสำหรับกลุ่มนี้ประกอบด้วยกิจกรรม ๗ ประเภทที่สร้างขึ้น โดยพยายามที่จะไม่ให้เกี่ยวข้องกับการช่วยให้เด็กเกิดสงกัทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กิจกรรมเหล่านี้ได้แก่การพับกระดาษเป็นรูปต่าง ๆ การร้องรำทำเพลง การสวดมนต์ไหว้พระและกราบพระ การฟังนิทาน การเขียนภาพและการระบายภาพ การปั้นดินน้ำมัน และการต่อเกมส์ปริศนา บทเรียนเหล่านี้มีเวลาเรียน ๓๐ ครั้ง แต่แต่ละครั้งจะใช้เวลา ๑ - ๑.๓๐ ชั่วโมง (รายละเอียดของบทเรียนสำหรับกลุ่มควบคุมอยู่ในภาคผนวก ๒๑)

ง. การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ขณะที่ส่วนหนึ่งของคณะผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขและทดลองบทเรียนที่จะใช้สอนในกลุ่มทดลองกับเด็กที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มตัวอย่าง อีกส่วนหนึ่งของคณะผู้วิจัยได้พยายามสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และในวิชาคณิตศาสตร์ การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งสองอย่างนี้ได้สร้างขึ้นอย่างระมัดระวัง โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะวัดผลการเรียนรู้ของเด็กที่ควร

จะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการสอนของครู เนื้อหาสาระในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งสองวิชานี้เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับที่บรรจุไว้ในหลักสูตรประถมศึกษา และที่สอนจริงในห้องเรียน ปกติ ได้มีการทดลองใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งสองวิชาก่อนการใช้อย่างจริงจัง และได้มีการนำข้อระทงการทดสอบมาวิเคราะห์ (Item analysis) ^{๕๕} เพื่อการปรับปรุงก่อนการนำไปใช้

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งสองวิชา^{๕๕} เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ และผู้สร้างพยายามใช้รูปภาพแทนการเขียนคำ ทั้งนี้เนื่องจากว่าเด็กผู้ถูกทดสอบยังไม่สามารถอ่านและเขียนได้คล่องนัก ในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ประกอบด้วยจำนวนข้อที่ถาม ๓๘ ข้อ และในแบบทดสอบวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยจำนวนข้อ ๔๔ ข้อ แต่ละแบบทดสอบใช้เวลาประมาณ ๔๕ - ๖๐ นาที ในการทดสอบโดยคำนึงถึงช่วงเวลาคความตั้งใจของเด็กเล็ก (Attention span) ซึ่งมักจะมียู่ในระยะสั้น ผู้ดำเนินการทดสอบจะให้เด็กพักสั้น ๆ ประมาณ ๕ - ๑๐ นาที ในระหว่างนี้ผู้ทดสอบจะให้เด็กดูภาพสีสวยงามต่าง ๆ หรือเล่นนิทานเบา ๆ เพื่อช่วยให้เด็กหายเครียด แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งสองวิชา^{๕๕} จะใช้ทดสอบเด็กทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนแล้ว (รายละเอียดของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ดูได้ที่ภาคผนวกที่ ๑๐, ๑๑)

๓. การเตรียมการเลือกกลุ่มตัวอย่างและการวางแผนแบบวิจัย

ก. การเลือกโรงเรียนและประชาคม

เพื่อให้ได้เด็กที่อยู่ในโรงเรียนในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กันตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ข้างต้น คณะผู้วิจัยได้ติดต่อกับโรงเรียนหลายโรงเรียนตามประชาคมต่าง ๆ ได้มีการตกลงเกี่ยวกับเกณฑ์การเลือกโรงเรียนบางประการ เกณฑ์เหล่านี้ได้แก่สภาพแวดล้อมทางบ้านที่อยู่อาศัย ฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจของเด็กส่วนใหญ่ของโรงเรียน (ตัดสินโดยความสม่ำเสมอของรายได้ และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง) การเคลื่อนไหวทางสังคม ศาสนา การเข้าถึงและความปลอดภัยของผู้วิจัย ได้มีการไปเยี่ยมเยียนประชาคมต่าง ๆ ภายใต้การแนะนำและความร่วมมือของนายแพทย์ผู้อำนวยการและคณะของศูนย์สุขภาพ ที่อำเภอพระโขนง กระทรวงสาธารณสุข ได้มีการเลือกศูนย์สุขภาพ^{๕๖} เพื่อขอความร่วมมืออีกด้วยเหตุผลที่ว่า ศูนย์สุขภาพ^{๕๖} นั้นตั้งอยู่ในย่านที่มีที่อยู่อาศัยแออัดหนาแน่นมากที่สุดย่านหนึ่งของกรุงเทพมหานคร ศูนย์สุขภาพ^{๕๖} มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อครอบครัวที่อาศัยอยู่ในถิ่นสลัม และเจ้าหน้าที่ของศูนย์ก็มีความสัมพันธ์ที่ดี

ก่อนบุคคลที่อยู่อาศัย การติดต่อของคณะผู้วิจัยโดยผ่านความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ของศูนย์ ยังให้เกิดความร่วมมือและความเข้าใจจากครู และผู้ปกครองของเด็กในถิ่นที่มีความเป็นอยู่แออัด

ในที่สุดได้มีการเลือกโรงเรียนจากสภาพแวดล้อมต่างกัน ๓ แห่ง แห่งแรกเป็นโรงเรียนที่อยู่ในตัวเมืองกรุงเทพฯ และถือเป็นโรงเรียนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ (ต่อไปในรายงานจะเรียกว่าเป็นโรงเรียนที่ ๑) โรงเรียนต่อไปเป็นโรงเรียนที่อยู่ในถิ่นสลัม (ต่อไปจะเรียกว่าโรงเรียนที่ ๒) และโรงเรียนสุดท้ายเป็นโรงเรียนในชนบท (ต่อไปจะเรียกว่าโรงเรียนที่ ๓) ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศ ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ ๑๐๐ ก.ม. เด็กในโรงเรียนที่ได้รับเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ๓ โรงเรียนนี้ส่วนใหญ่เป็นเด็กที่นับถือศาสนาพุทธ

ในชั้นแรกของการวิจัย ได้สุ่มเด็กประมาณ ๔๐๐ คนจากโรงเรียนต่าง ๆ ตามเกณฑ์การเลือกโรงเรียนดังกล่าวแล้วข้างต้น ได้มีการติดต่อและดำเนินการกับทางโรงเรียนระหว่างการศึกษาภาคฤดูร้อนของปี ๒๕๑๗ คณะผู้วิจัยได้แบ่งการทำงานออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ หลายกลุ่มเพื่อติดต่อกับโรงเรียนและผู้ปกครอง ด้วยความร่วมมือจากครูใหญ่และคณะครู พ่อแม่ และเด็กที่กำลังจะเข้าเรียนชั้นประถมปีที่ ๑ ของปีการศึกษาขณะนั้น คณะผู้วิจัยได้กระทำการทดสอบเด็กเป็นรายบุคคลด้วยเครื่องมือชุดแรกของเพียเจต์ ผลของการทดสอบด้วยวิธีการของเพียเจต์ได้นำมาวิเคราะห์อย่างละเอียด ในการทดสอบขั้นแรกนี้ คณะผู้วิจัยได้จัดเด็กที่ปรากฏผลจากการทดสอบว่ามีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์บางประการไปแล้ว และได้คงเอาเด็กที่ไม่สามารถผ่านคะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ที่คณะผู้วิจัยได้ตั้งไว้ก่อนการทดสอบ (ซึ่งใช้ในการตัดสินใจว่าเด็กคนใดจะมี ‘สังกัด’ หรือไม่มี ‘สังกัด’ เด็กที่คงเหลือไว้นี้จะได้ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองขั้นต่อไป)

ข. การวางแผนแบบวิจัย

ค่านิยมของประชากร

กลุ่มตัวอย่างของประชากรเป็นเด็กอายุตั้งแต่ ๗-๘ ขวบในวันที่เริ่มทำการทดลอง ซึ่งจากผลการทดสอบชุดแรกของเพียเจต์แสดงว่าไม่มี “สังกัด” ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยเด็ก ๑๘๐ คน ซึ่งสุ่มมาจากเด็ก ๔๐๐ คนในชั้นแรกของการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ในแต่ละกลุ่มของเด็กที่มาจากตัวเมืองไม่ใช่สลัม สลัมและชนบท เด็กจะถูกสุ่มอีกครั้งหนึ่งออกเป็น ๒ กลุ่มเท่าๆ กัน ในที่สุดจะมีเด็ก ๖ กลุ่มๆ ละประมาณ ๓๐ คน ทั้งในกลุ่มทดลองและควบคุม ดังแสดงไว้ในตาราง ๑

ตาราง ๑ จำนวนของเด็กในกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเงื่อนไขการทดลอง และสภาพแวดล้อมแต่ละระดับ

เด็กกลุ่มตัวอย่าง	ทดลอง (A_1)	ควบคุม (A_2)
ในเมือง (L_1)	๓๐	๓๐
สลัม (L_2)	๓๐	๓๐
ชนบท (L_3)	๓๐	๓๐

แผนแบบการวิจัยการทดลองนี้สร้างขึ้นเพื่อสำรวจกันว่าปฏิสัมพันธ์ของตัวแปร ๒ อย่าง คือ สภาพแวดล้อม (๓ ระดับ) และตัวแปรทางการทดลอง (ควบคุมและทดลอง) ดังนั้น จึงเป็นแผนแบบการวิจัย 2×3 (เงื่อนไข $\times$ ระดับ)*

๔. การฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์และผู้จัดบันทึก

ก. การเลือกผู้สัมภาษณ์ (ผู้ทดลองและผู้จัดบันทึก)

ในการเลือกบุคคลสำหรับทำหน้าที่ผู้สัมภาษณ์และผู้จัดบันทึก ได้มีเกณฑ์สำคัญ ๓ ประการ คือ (๑) ผู้ถูกเลือกจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในเรื่องระเบียบวิธีวิจัย (๒) ผู้ถูกเลือกจะต้องมีประสบการณ์บ้างในการทำการวิจัยกับเด็ก (๓) ผู้ถูกเลือกจะต้องแสดงทัศนคติเชิงนิมิตต่อการทำงานกับเด็กเล็ก และ (๔) ผู้ได้รับเลือกจะต้องเข้าการประชุมเชิงปฏิบัติการ (workshop) ที่สถาบันจัดขึ้น เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับงานของฝ่ายเจ้าหน้าที่ (รายละเอียดของการประชุมเชิงปฏิบัติการกล่าวไว้ในตอนต่อไป)

*Lindquist, E.F. *Design and analysis of experiments in psychology and education*. Boston : Houghton Mifflin Co., 1956.

มีผู้สมัครเข้าทำหน้าที่ผู้สัมภาษณ์และผู้จัดบันทึก ๓๓ คน ส่วนใหญ่เป็นนิสิตระดับปริญญาโทในสาขาจิตวิทยา และวุฒิการศึกษา หลังจากได้เข้าฝึกอบรมในการประชุมปฏิบัติการที่สถาบันแล้วได้เลือกเอาไว้เพียง ๑๕ คน โดยอาศัยเกณฑ์การประเมินจากผลงานที่ผู้สมัครได้แสดงระหว่างการเข้าประชุมเชิงปฏิบัติการ รวมทั้งคุณลักษณะที่จำเป็นต่องานวิจัย เช่น ความคล่องของภาษา ความละเอียดรอบคอบ และความรู้สึกรักไหว่ต่อปฏิกริยาและการตอบสนองของเด็ก

ข. การประชุมเชิงปฏิบัติการสำหรับการฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์

สถาบันได้จัดให้มีการประชุมเชิงปฏิบัติการ ๓ วัน สำหรับฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์หรือผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ทดลอง ในวันแรกเป็นการอบรมโดยทั่วไปเกี่ยวกับวิธีการและเทคนิคผู้เข้ารับการอบรมได้รับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีของเพียเจต์ เพื่อให้เข้าใจวัตถุประสงค์ทั่วไปของ “วิธีการคลินิก” (Clinical method) วันที่สองได้ย้าให้ผู้สัมภาษณ์คุ้นเคยกับงานของเพียเจต์ตลอดจนให้เข้าใจวิธีการและวัสดุเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลอง วันที่สามจัดให้ผู้สัมภาษณ์ได้ทำงานกับเด็กเป็นรายคู่ โดยจัดให้คนหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ทดลองหรือผู้สัมภาษณ์ และอีกคนหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้จัดบันทึกและให้สามารถเปลี่ยนหน้าที่กันได้

การประชุมปฏิบัติการอย่างเดียวกันนี้ต้องจัดขึ้น ๒ ครั้ง ครั้งแรกจัดขึ้นก่อนการทดสอบ “สังกัป” และครั้งที่สองจัดขึ้นภายหลังที่เสร็จสิ้นการทดลองสอน (และก่อนการทดสอบครั้งที่สอง) ทั้งนี้เพราะผู้ทดลองและผู้จัดบันทึกทั้งสองระยะไม่ได้เป็นบุคคลในชุดเดียวกัน

๕. การฝึกอบรมตัวบุคคลที่จะสอนบทเรียนในการทดลอง

การฝึกอบรมเฉพาะในภาระกิจที่ได้จัดให้แก่บุคคลที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นครูที่จะสอนในกลุ่มทดลอง ก่อนอื่นครูทั้งในกลุ่มทดลองและควบคุม ได้ใช้เวลาและโอกาสไปสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กเล็ก ตลอดจนเรียนรู้วิธีการสอนเด็กเล็กในโรงเรียนที่มีการสอนเด็กระดับอนุบาลและเด็กเล็ก ผู้ที่จะทำหน้าที่ครูในการทดลองได้ลงใช้บทเรียนที่สร้างขึ้นกับเด็กบางกลุ่ม เป็นที่คาดหวังจากการทดลองใช้ว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นจะสามารถนำไปใช้ได้กับเด็กอายุ ๗-๘ ขวบ นอกจากนั้นโดยการทดลองใช้บทเรียนที่สร้างขึ้น ผู้ทดลองที่จะทำหน้าที่ครูจะได้รับความสนใจเกี่ยวกับความเชื่อถือได้ของบทเรียนที่สร้างขึ้นและเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ

ประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนที่จะนำไปสอน อนึ่ง ความสำเร็จและความล้มเหลวของการทดลองทั้งหมดขึ้นอยู่กับบทเรียนที่ได้จัดเตรียมไว้ว่าเป็นไปดีเพียงใด ตลอดจนยังขึ้นอยู่กับการเตรียมตัวเป็นอย่างดีของผู้ทดลองที่จะทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนอีกด้วย

การใช้บทเรียนทดลองจนปฏิกิริยาตอบสนองของเด็กที่มีต่อบทเรียนที่สอน ได้รับการบันทึกไว้ในวิดีโอเทป (Videotape) ที่มีการทำเช่นนั้นก็เพื่อจะได้เราให้เกิดการอภิปรายในคณะผู้วิจัยเกี่ยวกับข้อดีข้อเสียของบทเรียนที่สร้างขึ้น และวิธีการสอนของครูผู้ทดลองเพื่อการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้ดีขึ้น

เมื่อทุกอย่างได้รับเตรียมการเรียบร้อยแล้ว ได้มีการติดต่อกับโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับตารางเวลาที่จะใช้สอนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การขออนุญาตอย่างเป็นทางการได้กระทำโดยผ่านองค์การบริหารส่วนจังหวัด กระทรวงมหาดไทย และกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ในตารางเวลาการสอน ผู้ทดลองที่กระทำหน้าที่ครูจะสอนเด็กในกลุ่มทดลองสองระยะต่ออาทิตย์ แต่ละระยะจะใช้เวลาประมาณ ๑ ชั่วโมงครึ่ง ส่วนผู้ทดลองที่ทำหน้าที่เป็นครูในกลุ่มควบคุมก็จะใช้เวลาสอนเด็กเท่า ๆ กับครูในกลุ่มทดลองเช่นเดียวกัน การจัดกระทำเช่นนั้นก็เพื่อให้หลีกเลี่ยงจากข้อวิจารณ์ที่เกี่ยวกับโอกาสที่อาจจะไม่เสมอภาคระหว่างเด็กในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในการที่จะได้มีโอกาสใกล้ชิดกับครูทดลองเท่า ๆ กันทั้งสองกลุ่ม

ระหว่างเวลาสี่เดือนครึ่งของการทดลองสอน งานหลักของผู้ทดลองที่ทำหน้าที่เป็นครูคือการสอนและการบันทึกพฤติกรรม ตลอดจนความก้าวหน้าของเด็กในแต่ละบทเรียนที่มีการสอน ครูผู้ทดลองจะใช้ประโยชน์จากการบันทึกเหล่านี้เป็นข้อมูลย้อนกลับให้สามารถประเมินประสิทธิผลของบทเรียนและการสอนของตนร่วมกัน บันทึกการละเอียดในแต่ละกิจกรรมของบทเรียน จะได้รับการเก็บรักษาไว้เป็นอย่างดี เพื่อประเมินผลของการใช้บทเรียนการทดลอง การประเมินผลของการสอนทุกชั้นทุกตอนจะได้กระทำกันในคณะผู้วิจัยร่วมกับครูผู้ทดลองทั้งสองกลุ่ม

๖. การประเมินผล

ตลอดระยะเวลาของการวิจัยตามโครงการ คณะผู้วิจัยของกลุ่มทำงานจะพบกันสองครั้งต่ออาทิตย์ หรือมากกว่านั้นแล้วแต่ความจำเป็น การบันทึกสถิติและการอภิปรายของที่ประชุมจะให้

เลขานุการของโครงการวิจัยและผู้ช่วยเลขานุการเป็นผู้จัดบันทึกไว้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการอ้างอิง ได้มีความพยายามที่จะบันทึกการสอนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมลงในฟิล์ม การประเมินผลโครงการวิจัยได้กระทำกันทุกขั้นตอนของความก้าวหน้าของงาน หัวหน้าโครงการได้ทำหน้าที่เป็นผู้ให้เหตุผลผลงานต่าง ๆ ของกลุ่มทำงานอย่างใกล้ชิดเป็นระยะ ๆ และได้ส่งรายงานไปยังสำนักงานยูนิเซฟ เพื่อรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยตามเวลาที่กำหนดทุกช่วงตอน รายละเอียดของการประชุมคณะผู้วิจัยและกลุ่มผู้ทำงานมีไว้พร้อมเสมอเพื่อการอ้างอิง

๗. การจัดการเกี่ยวกับข้อมูล

- ก. สมมติฐานที่ ๑ ทดสอบโดยใช้ t -test
- ข. สมมติฐานที่ ๒ ทดสอบโดยใช้ F -test และ HSD (Tukey)
- ค. สมมติฐานที่ ๓ ทดสอบโดยวิธีการหาความสัมพันธ์ (Correlation technique)

ผลของการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลได้กระทำไปเพื่อทดสอบสมมติฐานดังต่อไปนี้ คือ

สมมติฐานที่ I เด็กที่ได้รับการสอนสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (กลุ่มทดลอง) ได้รับคะแนนในชุดแบบทดสอบของเพียเจต์สูงกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการสอน (กลุ่มควบคุม)

สมมติฐานที่ II เด็กในตัวเมืองจะได้คะแนนในชุดแบบทดสอบของเพียเจต์สูงกว่าเด็กสลัมและเด็กชนบท เมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมในสลัมและชนบท มีข้อสมมติฐานต่อไปว่าเด็กในสลัมจะได้คะแนนที่ต่ำกว่าแบบทดสอบของเพียเจต์สูงกว่าเด็กชนบท

สมมติฐานที่ III เด็กที่ได้รับการสอนความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการสอน

สมมติฐานที่ IV เด็กที่อยู่ในเมืองจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่าเด็กสลัมและเด็กชนบท เมื่อพิจารณาความแตกต่างของสภาพแวดล้อมทั้งสองคือ สลัมและชนบท มีข้อสมมติฐานต่อไปว่าเด็กสลัมจะได้คะแนนสูงกว่าเด็กชนบทในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ V มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างคะแนนสังกัดกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ผลที่แสดงในตาราง ๑-๑๗ เป็นความพยายามที่จะทดสอบสมมติฐานที่ I และ II ซึ่งจะมีสมมติฐานเฉพาะกล่าวไว้ดังต่อไปนี้

สมมติฐานที่ ๑ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะได้คะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอน

สมมติฐานที่ ๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม (ในเมือง) นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้คะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ ๒.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม (ในเมือง) จะได้คะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๒.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม (ในเมือง) จะได้คะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๒.๓ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๒ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลว จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๗๘๕.๔๐๗	๑	๗๘๕.๔๐๗	๗๑.๙๒๓ *
Environment	๑๓๙.๕๕	๒	๖๙.๗๗๕	๖.๓๘๙ *
Interaction	๔๘.๐๑๘	๒	๒๔.๐๐๙	๒.๑๙๘
Error	๑๒๔๔.๙๕	๑๑๔	๑๐.๙๒	
Total	๒๒๑๗.๙๒๕	๑๑๙		

$$F_{.05} (1,114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2,114) = 3.07$$

จากตาราง ๒ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ซึ่งตรงกับสมมติฐานข้อที่ ๑

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้รับคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวแตกต่างกัน และเพื่อต้องการศึกษาว่าสิ่งแวดล้อมชนิดใดเป็นสาเหตุให้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวต่างกัน จึงพยายามหาคำตอบโดยการคำนวณต่อด้วยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการอนุรักษ์ของเหลวเป็นรายคู่ตามวิธีของ Newman - Keuls*

ตาราง ๓ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวเป็นรายคู่

สิ่งแวดล้อม	$\bar{X}$	(๒)	(๓)	(๑)
		๒.๗	๒.๗/๒๕	๕
สลัม (๒)	๒.๗	—	๐.๐๒๕	๒.๓*
ชนบท (๓)	๒.๗/๒๕		—	๒.๒๗๕*
ไม่ใช่สลัม (๑)	๕.๐			—

	$r = 2$	$r = 3$
$q_{.95} (r, 114)$	2.8	3.36
$q_{.95} (r, 114)$	1.462	1.755

จากตาราง ๓ สามารถแปลผลได้ว่า

๑. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งตรงกับสมมติฐานข้อ ๒.๑

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ของเหลวสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๕๐ ซึ่งตรงกับสมมติฐานข้อที่ ๒.๒

*Kirk, R.E. *Experimental design : procedures for the behavioral sciences*. Belmont, California: Wadsworth Pub. Co. Inc., 1968

๓. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ของเหลว ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท 'ซึ่งแสดงว่าผลที่ได้ไม่ตรงกับสมมติฐาน การวิจัย ข้อ ๒.๓

สมมติฐานที่ ๓ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์สสารสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ ๔ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้รับคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์สสารแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ ๔.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มวลสารสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๔.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มวลสารสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๔.๓ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนในเรื่องการอนุรักษ์มวลสารสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๔ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มวลสาร จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๓๙๖.๐๓๒	๑	๓๙๖.๐๓๒	๗๖.๒๓๓ *
Environment	๖๓.๒	๒	๓๑.๖	๖.๐๘๒ *
Interaction	๑.๒๖๘	๒	๐.๖๓๔	๐.๑๒๒
Error	๕๙๒.๓	๑๑๔	๕.๑๙๕	
Total	๑๐๕๒.๘	๑๑๙		

$$F_{.05} (1,114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2,114) = 3.07$$

จากตาราง ๔ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มรดกมรดกสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ ๓

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้รับคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มรดกแตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีของ Newman - Keuls* คำนวณค่าเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสังกัดการอนุรักษ์มรดกเป็นรายคู่

ตาราง ๕ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดการอนุรักษ์มรดกเป็นรายคู่

สิ่งแวดล้อม	$\bar{X}$	(๓)	(๒)	(๑)
		๒.๒	๒.๖	๓.๙
ชนบท (๓)	๒.๒	—	๐.๔	๑.๗*
สลัม (๒)	๒.๖		—	๑.๓*
ไม่ใช่สลัม (๑)	๓.๙			—

	$r = 2$	$r = 3$
$q_{.95} (r, 114)$	2.8	3.36
$q_{.95} (r, 114)$	1.008	1.210

จากตาราง ๕ อาจแปลผลได้ดังนี้

๑. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มรดกสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ ๔.๑

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มรดก สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ ๔.๒

*Kirk, *ibid.*

๓. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์มรดกสาร ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ซึ่งผลที่ได้นี้ไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ ๔.๓

สมมติฐานที่ ๕ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะได้คะแนนสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ ๖ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้รับคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ ๖.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๖.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๖.๓ น้ำหนักที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๖ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนัก จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๘๐๖.๐๐๘	๑	๘๐๖.๐๐๘	๗๔.๐๑๓ *
Environment	๙๕.๖๑๗	๒	๔๗.๘๐๘	๔.๓๙ *
Interaction	๙.๘๑๗	๒	๔.๙๐๘	๐.๔๕
Error	๑๒๔๑.๕๕	๑๑๔	๑๐.๘๘	
Total	๒๑๕๒.๙๙๒	๑๑๙		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

จากตาราง ๖ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักรู้สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ ๕

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้รับคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักแตกต่างกัน และเพื่อต้องการทราบว่าสิ่งแวดล้อมชนิดใดเป็นเหตุให้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักต่างกัน จึงหาคำตอบโดยการคำนวณด้วยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการอนุรักษ์น้ำหนักเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Newman - Keuls *

ตาราง ๗ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักเป็นรายคู่

สิ่งแวดล้อม	X	(๓)	(๒)	(๑)
		๓.๖๒๕	๓.๘	๕.๖ *
ชนบท (๓)	๓.๖๒๕	—	๐.๑๗๕	๑.๙๗๕ *
สลัม (๒)	๓.๘		—	๑.๘
ไม่ใช่สลัม (๑)	๕.๖			—

$r = 2$ $r = 3$
 $q_{.95} (r, 114) 2.8$ 3.36
 $q_{.95} (r, 114) 1.460$ 1.752

จากตาราง ๗ สามารถแปลผลได้ว่า

๑. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักรู้สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ ๖.๑

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนักรู้สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ ๖.๒

*Kirk. *ibid*

๓. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์น้ำหนัก ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ซึ่งผลที่ได้นี้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ ๖.๓

สมมติฐานที่ ๗ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะได้คะแนนสังกัดการอนุรักษ์ความยาวสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ ๘ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้รับคะแนนสังกัดการอนุรักษ์ความยาวแตกต่างกัน คือ

สมมติฐานที่ ๘.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ความยาวสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๘.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ความยาวสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๘.๓ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ความยาวสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๘. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ความยาว จำแนกตามเงื่อนไขสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๑๐๖๒.๐๗๕	๑	๑๐๖๒.๐๗๕	๒๖.๔๖๕*
Environment	๑๐๒.๐๕	๒	๕๑.๐๒๕	๑.๒๗๑
Interaction	๑๖๕.๘๕	๒	๘๔.๙๒๕	๒.๑๑๖
Error	๔๕๗๔.๓๕	๑๑๔	๔๐.๑๒๕	
Total	๕๙๐๘.๓๒๕	๑๑๘		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

จากตาราง ๘ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ความยาวสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ ๗

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้รับคะแนนในสังกัดการอนุรักษ์ความยาวไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้นี้ไม่ตรงกับสมมติฐานที่ ๘

สมมติฐานที่ ๙ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะได้คะแนนในสังกัดการจำรวมประเภท (ดอกไม้) สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ ๑๐ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้รับคะแนนในสังกัดการจำรวมประเภท (ดอกไม้) แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ ๑๐.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในเรื่องการจำรวมประเภท (ดอกไม้) สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๑๐.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในเรื่องการจำรวมประเภท (ดอกไม้) สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๑๐.๓ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนในเรื่องการจำรวมประเภท (ดอกไม้) สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๘. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดการจำรวมประเภท (ดอกไม้) จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๕๒๐.๘๓๓	๑	๕๒๐.๘๓๓	๓๗.๗๖๓*
Environment	๐.๒๖๗	๒	๐.๑๓๓	๐.๐๐๙
Interaction	๒.๔๖๗	๒	๑.๒๓๓	๐.๐๘๙
Error	๑๕๗/๒.๓	๑๑๔	๑๓.๗๙๒	
Total	๒๐๙๕.๘๖๗	๑๑๙		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

๓. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนในสังกัดการจักรวมประเภท (สัตว์) ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ซึ่งผลที่ได้นี้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ ๑๒.๑

สมมติฐานที่ ๑๓ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะ ได้คะแนนในสังกัดภาพการคิด ในสมองสูงกว่านักเรียน ในกลุ่มที่ไม่ได้รับการ สอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ ๑๔ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้รับคะแนนในสังกัดภาพการคิดในสมองแตกต่างกันคือ

สมมติฐานที่ ๑๔.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในสังกัดภาพการคิดในสมองสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๑๔.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในสังกัดภาพการคิดในสมองสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๑๔.๓ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนในสังกัดภาพการคิดในสมองสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๑๒. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในสังกัดภาพการคิดในสมอง จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๓๕.๒๐๘	๑	๓๕.๒๐๘	๙.๕๗๕*
Environment	๙.๕๑๗	๒	๔.๗๕๘	๑.๒๙๓
Interaction	๑๒.๘๑๗	๒	๖.๔๐๘	๑.๗๔๒
Error	๔๑๙.๒๕๐	๑๑๔	๓.๖๗๗	
Total	๔๗๖.๗๙๒	๑๑๙		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

จากตาราง ๑๒ ผลแสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนในสังกัดภาพการคิดในสมองสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ ๑๓

นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้รับคะแนนในสังกัดภาพการคิดในสมองไม่แตกต่างกัน ผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ ๑๔

การวิเคราะห์องค์ประกอบของผลการทดสอบที่วัดโดยการทดลองด้วยวิธีการของเพียเจท์

เนื่องจากเครื่องมือวัดสติปัญญาคำนึงถึงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามการทดลองของเพียเจท์นั้น ประกอบด้วยแบบทดสอบ ๗ ชุดด้วยกัน คณะผู้วิจัยเห็นความจำเป็นที่จะต้องศึกษาต่อไปว่าแบบทดสอบทั้ง ๗ ชุดนี้จะวัดองค์ประกอบเดียวกันบางอย่างหรือไม่ ในกรณีที่เกิดพบว่าแบบทดสอบเหล่านี้วัดองค์ประกอบเดียวกัน ผลที่ได้ทั้งหมดตามที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น ก็ควรจะได้นำมารวมกันเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป แต่ในกรณีที่แบบทดสอบแต่ละอย่างวัดองค์ประกอบเฉพาะแต่ละอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูลและผลที่ได้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเป็นการเพียงพอสำหรับการพิสูจน์สมมติฐานสำคัญข้อที่ I ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยวิธี เซนทรอยด์* (Centroid methods of factoring) ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบคุณลักษณะและธรรมชาติของแบบทดสอบวัดสติปัญญาคำนึงถึงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามการทดลองของเพียเจท์ ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตาราง ๑๒, ๑๓ และ ๑๔

ตาราง ๑๓. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ๗ ตัวแปรของแบบทดสอบสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามการทดลองของเพียเจท์

แบบทดสอบ (ตัวแปร)	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
๑. การอนุรักษ์ของเหลว	—	.๗๗๔ *	.๕๗๓ *	.๔๔๒ *	.๒๖๖ *	.๒๘๕ *	.๐๔๔
๒. การอนุรักษ์มวลสาร		—	.๖๘๐ *	.๔๘๓ *	.๒๐๔	.๒๑๖	.๑๐๘
๓. การอนุรักษ์น้ำหนัก			—	.๓๘๕ *	.๑๙๙	.๑๕๖	.๐๑๗
๔. การอนุรักษ์ความยาว				—	.๐๙๒	.๒๐๖	.๐๖๙
๕. การจัดรวมประเภท (ดอกไม้)					—	.๕๘๐ *	.๐๕๐
๖. การจัดรวมประเภท (สัตว์)						—	.๐๗๘
๗. ภาพการคิดในสมอง							—

$r_{.05} = 2.50$

*เชื่อมั่นได้ 95 %

*Harmon, H.H. *Modern factor analysis*. Chicago : University of Chicago Press, 1960.

การอนุรักษ์น้ำหนักร มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๓ คือ .๗๑

การอนุรักษ์ความยาว มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๒ คือ .๔๖
มีองค์ประกอบที่ ๓ ร่วมด้วยแต่น้ำหนักน้อยกว่า

การจัดรวมประเภท (ดอกไม้) มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๔
คือ .๗๑

การจัดรวมประเภท (สัตว์) มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๔
คือ .๖๖

ภาพการคิดในสมอง ไม่ปรากฏว่ามีน้ำหนักสูงสุดอยู่ในองค์ประกอบใดเลย นอกจาก
ในองค์ประกอบที่ ๒ คือ .๒๓ แต่ก็จัดเป็นน้ำหนักที่น้อยมาก

จากข้อมูลข้างต้นทั้งหมดนี้ จึงสามารถจัดกลุ่มตัวแปรต่างๆ ออกได้ดังนี้คือ การ
อนุรักษ์ของเหลว การอนุรักษ์มวลสาร และการอนุรักษ์น้ำหนัก นั้น จัดอยู่ในองค์ประกอบที่ ๓
และสามารถให้ชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “การอนุรักษ์มวลสาร” ส่วนการจัดรวมประเภท (ดอกไม้)
และการจัดรวมประเภท (สัตว์) จัดอยู่ในองค์ประกอบที่ ๔ และอาจให้ชื่อองค์ประกอบนี้ว่า
“การจัดรวมประเภทของสิ่งที่มีชีวิต” สำหรับการอนุรักษ์ความยาว วัดได้ ๒ องค์ประกอบคือ
องค์ประกอบที่ ๒ หรือ องค์ประกอบที่ ๓ แต่เนื่องจากน้ำหนักอยู่ทางองค์ประกอบที่ ๒
ดังนั้นจึงควรจัดให้อยู่ในองค์ประกอบที่ ๒ และอาจให้ชื่อว่า “การอนุรักษ์ความยาว” สุดท้าย
ภาพการคิดในสมองเป็นอิสระเนื่องจากผลที่ได้แสดงว่าไม่วัดในองค์ประกอบใดเลย จึงน่าจะจัด
ให้อยู่เป็นอิสระอีกกลุ่มหนึ่งต่างหาก

ดังนั้นผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสติปัญญาต้านสังกัดวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์ตามวิธีการของเพียเจต์ทั้ง ๗ ชุด จึงสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ ๔ กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ ๑ ให้ชื่อว่ากลุ่มการอนุรักษ์มวลสาร ได้แก่ การอนุรักษ์ของเหลว การ
อนุรักษ์มวลสาร และการอนุรักษ์น้ำหนัก

กลุ่มที่ ๒ ให้ชื่อว่ากลุ่มการจำแนกสิ่งที่มีชีวิต ได้แก่ การจัดรวมประเภท (ดอกไม้)
และการจัดรวมประเภท (สัตว์)

กลุ่มที่ ๓ ได้แก่ การอนุรักษ์ความยาว

กลุ่มที่ ๔ ได้แก่ ภาพการคิดในสมอง

โดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์ตัวประกอบที่ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มองค์ประกอบใหม่ ออกเป็น ๔ กลุ่มดังกล่าวมาแล้ว คณะผู้วิจัยได้พยายามต่อไปที่จะวิเคราะห์หาความแปรปรวน ในกลุ่มต่างๆ คือกลุ่มการอนุรักษ์มรดก และกลุ่มการจำแนกสิ่งที่มีชีวิต ดังผลที่ปรากฏใน ตารางที่ ๑๖, ๑๗, ๑๘ ส่วนกลุ่มที่ ๓ และกลุ่มที่ ๔ เนื่องจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ แสดงถึงองค์ประกอบเฉพาะไม่เป็นองค์ประกอบรวม ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษา ความแปรปรวนในข้อมูลชุดเดิมอีกในสองกลุ่มนี้

ตาราง ๑๖. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มการอนุรักษ์มรดก จำแนกตาม เงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๕๘๒๔.๑๓๓	๑	๕๘๒๔.๑๓๓	๙๘.๓๕๗*
Environment	๘๖๔.๘๖๗	๒	๔๓๒.๔๓๓	๗.๓๐๒*
Interaction	๑๒.๘๖๗	๒	๖.๔๓๓	๐.๑๐๘
Error	๖๗๕๐.๕๐๐	๑๑๔	๕๙.๒๑๔	
Total	๑๓๔๕๒.๓๖๗	๑๑๙		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

จากตาราง ๑๖ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้คะแนน สังกัดในกลุ่ม “การอนุรักษ์มรดก” สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้คะแนนสังกัดในกลุ่มการอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรมแตกต่างกัน

และเพื่อให้ทราบว่าสิ่งแวดล้อมใดทำให้เกิดการแตกต่างในคะแนนสังกัดในกลุ่ม “การอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรม” คณะผู้วิจัยได้ใช้วิธีของ Newman – Keuls* อีกครั้งหนึ่ง เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนในกลุ่ม “การอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรมเป็นรายกลุ่ม”

ตาราง ๑๗. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่ม “การอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรม” เป็นรายกลุ่ม

สิ่งแวดล้อม		X	(๓)	(๒)	(๑)
			๘.๕๕	๙.๑	๑๔.๕
ชนบท	(๓)	๘.๕๕	—	๐.๕๕	๕.๕๕*
สลัม	(๒)	๙.๑		—	๕.๕๐*
ไม่ใช่สลัม	(๑)	๑๔.๕			—

$$r = 2 \quad r = 3$$

q _{.95} (r, 114)	2.8	3.36
q _{.95} (r, 114)	3.406	4.088

จากตาราง ๑๗ สามารถแปลผลได้ว่า

๑. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนสังกัดในกลุ่ม “การอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรม” มากกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนในกลุ่ม “การอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรม” มากกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕

๓. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ได้คะแนนในกลุ่ม “การอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรม” ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

*Kirk, *ibid.*

ตาราง ๑๘. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่ม “การจำแนกสิ่งที่มีชีวิต”
จำแนกตามเงื่อนไข และสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๔๐๑๓.๖๓๓	๑	๔๐๑๓.๖๓๓	๖๘.๖๕๗*
Environment	๒๐๒.๑๑๗	๒	๑๐๑.๐๕๘	๑.๗๒๓
Interaction	๑๒๑.๗๑๗	๒	๖๐.๘๕๘	๑.๐๔๑
Error	๖๖๖๐.๕	๑๑๔	๕๘.๔๒๕	
Total	๑๐๙๕๗.๙๖๗	๑๑๘		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

จากตาราง ๑๘ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนสังกัดในกลุ่มการจำแนกสิ่งที่มีชีวิต มากกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัมและนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้คะแนนสังกัดในกลุ่มการจำแนกสิ่งที่มีชีวิตไม่แตกต่างกัน

ในตอนต่อไป จะเป็นการพิสูจน์สมมติฐานที่ III คือ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะได้รับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัด และสมมติฐานที่ IV คือ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้รับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัมและชนบท และเมื่อพิจารณาระหว่างสลัมและชนบท นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้

รับคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่อยู่ในชนบท

ข้อสมมติฐานเฉพาะภายใต้สมมติฐานที่ III & IV ได้ตั้งไว้เพื่อการพิสูจน์ดังต่อไปนี้
สมมติฐานที่ ๑๕ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัด

สมมติฐานที่ ๑๖ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ใน
สิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้รับคะแนนผลสัมฤทธิ์
ในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ ๑๖.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้
คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๑๖.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้
คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๑๖.๓ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์
ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๑๕. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๓๒.๐๓๒	๑	๓๒.๐๓๒	๑.๑๑๖
Environment	๓๖๘.๖๐๐	๒	๒๘๔.๓๐๐	๖.๔๒๓*
Interaction	๑๘.๔๖๘	๒	๙.๒๓๔	๐.๓๒๑
Error	๓๒๗๐.๕๐๐	๑๑๔	๒๘.๖๙๒	
Total	๓๖๙๐.๐๐๐	๑๑๕		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

จากตาราง ๑๙ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสัปดาห์วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับนักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสัปดาห์วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่ตรงตามสมมติฐานการวิจัย

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้รับคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และเพื่อต้องการทราบว่าสิ่งแวดล้อมชนิดใดเป็นเหตุให้คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน จึงหาคำตอบโดยการคำนวณต่อด้วยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์เป็นรายคู่ตามวิธีของ Newman - Keuls *

ตาราง ๒๐. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์เป็นรายคู่

สิ่งแวดล้อม	$\bar{X}$	(๓)	(๒)	(๑)
		๑๘.๕๕	๒๐.๑๕	๒๒.๘๐
ชนบท (๓)	๑๘.๕๕	--	๑.๖๐	๔.๒๕ *
สลัม (๒)	๒๐.๑๕		—	๒.๖๕ *
ไม่ใช่สลัม (๑)	๒๒.๘๐			—

	$r = 2$	$r = 3$
$q_{.95} (r, 114)$	2.80	3.36
$q_{.95} (r, 114)$	2.371	2.845

จากตาราง ๒๐ อาจแปลผลได้ว่า

๑. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ผลที่ได้นี้ตรงกับสมมติฐานที่ ๑๖.๑

* Kirk, *ibid.*

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งผลที่ได้ตรงกับสมมติฐานที่ ๑๖.๒

๓. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ได้คะแนนจากผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมชนบท ซึ่งผลที่ได้นี้ไม่ตรงตาม สมมติฐานที่ ๑๖.๓

สมมติฐานที่ ๑๗ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ ๑๘ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้รับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ ๑๘.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๑๘.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๑๘.๓ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๒๑. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชา วิทยาศาสตร์ จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๗๘.๔๐๘	๑	๗๘.๔๐๘	๓.๔๒๓
Environment	๓๗๐.๐๖๗	๒	๑๘๕.๐๓๓	๘.๐๗๘*
Interaction	๓๕.๒๖๗	๒	๑๗.๖๓๓	๐.๗๖๙
Error	๒๖๑๑.๐๕๐	๑๑๔	๒๒.๙๐๓	
Total	๓๐๙๔.๗๕๒	๑๑๙		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

จากตาราง ๒๑ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับนักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้ไม่ตรงตามสมมติฐานที่ ๑๗

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้รับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ผลที่ได้ขัดแย้งตรงตามสมมติฐานที่ ๑๘ คณะผู้วิจัยจึงใช้วิธีของ Newman - Keul^{*} เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ต่อไป

ตาราง ๒๒. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่

สิ่งแวดล้อม		$\bar{X}$	(๓)	(๑)	(๒)
			๒๐.๕๒๕	๒๒.๗๗๕	๒๔.๘๒๕
ชนบท	(๓)	๒๐.๕๒๕	—	๒.๒๕ [*]	๔.๓๐ [*]
ไม่ใช่สลัม	(๑)	๒๒.๗๗๕		—	๒.๐๕
สลัม	(๒)	๒๔.๘๒๕			—

$r = 2$

$r = 3$

$q_{.95} (r, 114) 2.800$

3.360

$q_{.95} (r, 114) 2.118$

2.542

^{*} Kirk, *ibid.*

จากตาราง ๒๒ แปลผลได้ดังนี้ คือ

๑. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ผลที่ได้ตรงกับสมมติฐานที่ ๑๘.๓

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งผลที่ได้ตรงกับสมมติฐานที่ ๑๘.๒

๓. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ได้คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ซึ่งผลที่ได้นี้ค้านกับสมมติฐานที่ ๑๘.๓

สมมติฐานที่ ๑๙ นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ ๒๐ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท จะได้รับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ ๒๐.๑ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม

สมมติฐานที่ ๒๐.๒ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม จะได้คะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

สมมติฐานที่ ๒๐.๓ นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม จะได้คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท

ตาราง ๒๓. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำแนกตามเงื่อนไขและสิ่งแวดล้อม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	๒๑๐.๖๗๔	๑	๒๑๐.๖๗๔	๒.๖๒๖
Environment	๑๐๓๒.๒๖๗	๒	๕๑๖.๑๓๓	๖.๔๗๓ *
Interaction	๖๑.๔๐๑	๒	๓๐.๗๐๐	๐.๓๘๒
Error	๙๑๔๕.๔๕๐	๑๑๔	๘๐.๒๒๓	
Total	๑๐๔๔๙.๗๙๒	๑๑๙		

$$F_{.05} (1, 114) = 3.92$$

$$F_{.05} (2, 114) = 3.07$$

จากตาราง ๒๓ แสดงว่า

๑. นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับนักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้ค้ำกับสมมติฐานที่ ๑๙

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม และนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นชนบท ได้รับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และเมื่อต้องการทราบว่าสิ่งแวดล้อมชนิดใดเป็นเหตุให้คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กแตกต่างกัน คณะผู้วิจัยได้ทำการคำนวณต่อด้วยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นรายคู่ตามวิธีของ Newman Keul *

*Kirk, *ibid.*

ตาราง ๒๔. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนรวมในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่ม

สิ่งแวดล้อม	X	(๓)	(๒)	(๑)
		๓๙.๐๗๕	๔๔.๙๗๕	๔๕.๕๗๕
ชนบท (๓)	๓๙.๐๗๕	—	๕.๙๐ *	๖.๕๐ *
สลัม (๒)	๔๔.๙๗๕		—	๐.๖๐
ไม่ใช่สลัม (๑)	๔๕.๕๗๕			—

	r = 2	r = 3
q _{.95} (r, 114)	2.80	3.36
q _{.95} (r, 114)	3.965	4.758

จากตาราง ๒๔ แปลผลได้ดังนี้ คือ

๑. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ผลที่ได้ตรงกับสมมติฐานที่ ๒๐.๒

๒. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งผลที่ได้ตรงกับสมมติฐานที่ ๒๐.๓

๓. นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใช่สลัม ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสลัม ซึ่งค้านกับสมมติฐานที่ ๒๐.๑

ตอนสุดท้ายที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นการพิสูจน์สมมติฐานข้อ V ที่กล่าวว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิมิตกับคะแนนสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ ๒๑ คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิมิตกับคะแนนสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามการทดลองด้วยวิธีการของเพียเจต์

ตาราง ๒๕. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับคะแนนส่งกบทาง
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์*

ผลสัมฤทธิ์	สังกัดวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ตามการ ทดลองของเพียเจท์					
	การอนุรักษ์ ของเหลว	การอนุรักษ์ สาร	การอนุรักษ์ น้ำหนัก	การอนุรักษ์ ความยาว	การจัรวม ประเภท (ดอกไม้) (สัตว์)	ภาพการเคลื่อนไหว ในสมอง และคณิตศาสตร์ตามการ ทดลองของเพียเจท์ ทั้ง ๘ ชุด
วิทยาศาสตร์	.๒๐๕	.๑๓๓	.๐๐๔	.๐๖๓	.๓๕๘*	.๒๑๑*
คณิตศาสตร์	.๕๕๘	.๓๕๗	.๒๑๔	.๓๔๘*	.๓๕๗*	.๓๖๕*

I-05 = .250

*เนื่องจากการทดสอบสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้ใช้แบบทดสอบแบบการทดลองของเพียเจท์ทั้งหมด ๘ ชุด ดังนั้นในการเสนอตาราง
แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามการ
ทดลองด้วยวิธีการของเพียเจท์จึงได้แยกความสัมพัทธ์เป็นรายแบบทดสอบ แบบทดสอบสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามวิธีการทดลองของเพียเจท์
ทั้ง ๘ ได้แก่ ๑. การอนุรักษ์ของเหลว ๒. การอนุรักษ์มวลสาร ๓. การอนุรักษ์น้ำหนัก ๔. การอนุรักษ์ความยาว ๕. การจัรวมประเภท (ดอกไม้)

๖. การจัรวมประเภท (สัตว์) และ ๗. ภาพการคิดในสมอง

และในการหาความแตกต่างของสหสัมพันธ์ผู้ตรวจ

$$Z = \frac{Z_{r1} - Z_{r2}}{\sqrt{\frac{1}{n_1-3} + \frac{1}{n_2-3}}}$$

จากตาราง ๒๕ อาจแปลความได้ว่า ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงในเชิงนิมานกับการจัดรวมประเภท (ดอกไม้) และการจัดรวมประเภท (สัตว์) ส่วนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงในเชิงนิมานกับทุกแบบทดสอบ ยกเว้นแบบทดสอบการอนุรักษ์น้ำหนักรักษาและภาพการคิดในสมอง และเมื่อนำแบบทดสอบดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามวิธีการทดลองของเพียเจต์ทั้งหมดรวมกัน ปรากฏว่าสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

เพื่อจะเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์กับสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์กับสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จึงได้นำไปทดสอบหาความแตกต่าง

ตาราง ๒๖. การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ และคะแนนสังกัดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์

ตัวแปร	r	z
วิทยาศาสตร์ VS สังกัด	.๒๒๕	-๑.๗๔๖
คณิตศาสตร์ VS สังกัด	.๓๔๘	

จากตารางข้างบนนี้ ไม่ปรากฏผลว่ามีความแตกต่างระหว่างค่าสหสัมพันธ์ที่ทำการทดสอบ

เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ขึ้นมา แล้วนำไปหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบวัดสังกัดด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามวิธีการทดลองของเพียเจต์ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น และปรากฏว่ามีแบบทดสอบวัดสังกัดด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์บางชุดที่ไม่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะผู้วิจัยจึงคิดว่าน่าจะได้มีการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อศึกษาว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นั้น วัดองค์ประกอบร่วมกับแบบทดสอบวัดสังกัดด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามวิธีการทดลองของเพียเจต์บ้างหรือไม่ ทั้งนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งต่อไป หรือเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่จะนำผลนี้ไปใช้ต่อไปด้วย

การวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวแปรต่าง ๆ ในแบบทดสอบ

เพื่อศึกษาหาคุณลักษณะและธรรมชาติของแบบทดสอบวัดสังกัดบ้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามวิธีการทดลองของเพียเจท์ และของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๓ โรงเรียน คณะผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ตัวประกอบด้วยวิธีเซนทรอยด์* (Centroid Method of Factoring) ปรากฏผลดังตาราง ๒๗ ถึงตาราง ๒๙

ตาราง ๒๗. ค่าสหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบวัดสังกัดบ้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามวิธีการทดลองของเพียเจท์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ (ตัวแปร)	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
๑. การอนุรักษ์ของเหลว	—	.๗๗๔ *	.๕๗๓ *	.๔๔๒ *	.๒๖๖ *	.๒๘๕ *	.๐๔๔	.๕๕๘ *	.๒๐๕
๒. การอนุรักษ์มวลสาร		—	.๖๙๐ *	.๔๘๓ *	.๒๐๔	.๒๑๖	.๑๐๘	.๓๕๗ *	.๑๓๓
๓. การอนุรักษ์น้ำหนัก			—	.๓๘๕ *	.๑๙๙	.๑๕๖	.๐๑๗	.๒๑๙	.๐๐๔
๔. การอนุรักษ์ความยาว				—	.๐๙๒	.๒๐๖	.๐๖๙	.๓๔๘ *	.๐๖๓
๕. การจัดรวมประเภท (คอกไม้)					—	.๕๘๐ *	.๐๕๐	.๓๓๓ *	.๓๕๘ *
๖. การจัดรวมประเภท (สัตว์)						—	.๐๗๘	.๓๕๗ *	.๕๓๔ *
๗. ภาพการคิดในสมอง							—	.๑๒๒	.๒๑๑
๘. คณิตศาสตร์								—	.๔๙๓ *
๙. วิทยาศาสตร์									—

$r_{.05} = .250$

* เชื่อมกันได้ ๕๕ %

จากตาราง ๒๗ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๕ นับเป็นค่าสหสัมพันธ์เชิงนิมาน มีค่าห่างกันตั้งแต่ .๒๖๖ ถึง .๗๗๔

การอนุรักษ์ของเหลว สัมพันธ์กับการอนุรักษ์มวลสาร การอนุรักษ์น้ำหนัก การอนุรักษ์ความยาว การจัดรวมประเภท (ดอกไม้) การจัดรวมประเภท (สัตว์) และคณิตศาสตร์

การอนุรักษ์มวลสาร สัมพันธ์กับการอนุรักษ์น้ำหนัก การจัดรวมประเภท (ดอกไม้) และคณิตศาสตร์

การอนุรักษ์น้ำหนัก สัมพันธ์กับการอนุรักษ์ความยาว

การจัดรวมประเภท (ดอกไม้) สัมพันธ์กับ การจัดรวมประเภท (สัตว์) และกับ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

การจัดรวมประเภท (สัตว์) สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ภาพการคิดในสมอง ไม่สัมพันธ์กับตัวแปรใดๆ เลย

คณิตศาสตร์ สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์

ตาราง ๒๘. ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้ง ๕ ตัว ที่ปรากฏในตัวแปร ๙ ตัว ก่อนการหมุนแกน

ตัวแปร	องค์ประกอบ					h^2
	๑	๒	๓	๔	๕	
๑. การอนุรักษ์ของเหลว	.๗๘	-.๓๕	-.๑๓	.๑๕	-.๒๔	.๘๓
๒. การอนุรักษ์มวลสาร	.๗๔	-.๕๐	-.๐๔	-.๑๖	-.๑๐	.๘๓
๓. การอนุรักษ์น้ำหนัก	.๕๘	-.๔๙	.๒๒	-.๑๖	-.๑๐	.๖๖
๔. การอนุรักษ์ความยาว	.๕๑	-.๒๘	-.๐๗	.๑๑	.๒๗	.๔๓
๕. การจัดรวมประเภท (ดอกไม้)	.๕๓	.๓๖	.๓๗	.๑๐	-.๑๒	.๕๗
๖. การจัดรวมประเภท (สัตว์)	.๕๙	.๔๓	.๒๕	.๐๘	.๐๕	.๖๐
๗. ภาพการคิดในสมอง	.๑๘	.๑๒	-.๑๘	-.๒๕	.๑๒	.๑๖
๘. คณิตศาสตร์	.๖๖	.๑๖	-.๓๐	.๒๔	-.๑๓	.๖๓
๙. วิทยาศาสตร์	.๕๐	.๕๖	-.๒๑	-.๑๒	-.๐๙	.๖๓

จากตาราง ๒๘ แสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้ง ๕ ตัวก่อนการหมุนแกน ในช่ององค์ประกอบที่ ๑ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวกทั้งสิ้น ส่วนในองค์ประกอบอื่นๆ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นทั้งบวกและลบ ในคอลัมป์ h^2 (Communality) ซึ่งได้มาจากผลรวมของน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละตัวยกกำลังสองพบว่า ตัวแปรการอนุรักษ์ของเหลว และตัวแปรการอนุรักษ์มวลสารมีค่าสูงสุด นอกนั้นตัวแปรอื่นๆ มีค่ารองลงมา ได้แก่ การอนุรักษ์น้ำหนัก คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การจัตรวมประเภท (สัตว์) การจัตรวมประเภท (ดอกไม้) การอนุรักษ์ความยาว และภาพการคิดในสมอง

เนื่องจากตาราง ๒๘ ยังไม่สามารถให้คำตอบในการศึกษาองค์ประกอบของตัวแปรต่างๆ ในแบบทดสอบได้อย่างสมบูรณ์ จึงต้องนำองค์ประกอบเหล่านี้ไปหมุนแกนตามวิธีการเมทริกซ์ (Matrix) ดังปรากฏผลในตาราง ๒๙

ตาราง ๒๙. ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ๕ องค์ประกอบที่ปรากฏอยู่ในตัวแปร ๙ ตัว ภายหลังการหมุนแกน

ตัวแปร	องค์ประกอบ					h^2
	๑	๒	๓	๔	๕	
๑. การอนุรักษ์ของเหลว	.๓๙	.๐๙	.๗๓	-.๑๐	.๓๖	.๘๓
๒. การอนุรักษ์มวลสาร	.๕๐	-.๐๙	.๕๕	.๑๓	.๕๐	.๘๓
๓. การอนุรักษ์น้ำหนัก	.๓๙	-.๑๙	.๓๔	๐	.๖๐	.๖๖
๔. การอนุรักษ์ความยาว	-.๐๑	-.๐๑	.๕๐	.๒๕	.๓๕	.๔๓
๕. การจัตรวมประเภท (ดอกไม้)	.๐๑	.๕๑	.๐๕	.๐๓	.๕๖	.๕๗
๖. การจัตรวมประเภท (สัตว์)	-.๐๑	.๖๒	.๑๐	-.๐๒	.๔๖	.๖๐
๗. ภาพการคิดในสมอง	.๑๖	.๑๙	๐	.๓๐	.๐๑	.๑๖
๘. คณิตศาสตร์	.๑๖	.๕๐	.๕๙	-.๐๒	.๐๘	.๖๓
๙. วิทยาศาสตร์	.๒๒	.๗๕	.๑๐	.๑๑	.๐๓	.๖๓

จากตาราง ๒๙ อธิบายได้ดังนี้

การอนุรักษ์ของเหลว มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๓ คือ .๗๓

การอนุรักษ์มวลสาร มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๓ คือ .๕๕

การอนุรักษ์น้ำหนัก มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๕ คือ .๖๐

การอนุรักษ์ความยาว มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๓ แต่ไม่เด่นชัดมากนัก คือ .๕๐

การจัดรวมประเภท (ดอกไม้) มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๕ คือ .๕๖ มีองค์ประกอบที่ ๒ ร่วมด้วย แต่น้ำหนักน้อยกว่า

การจัดรวมประเภท (สัตว์) มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๒ คือ .๖๒ มีองค์ประกอบที่ ๕ ร่วมด้วย แต่น้ำหนักน้อยกว่า

ภาพการคิดในสมอง ไม่ปรากฏว่ามีน้ำหนักสูงสุดเด่นชัดในองค์ประกอบใดเลย นอกจากองค์ประกอบที่ ๔ คือ .๓๐ แต่ก็คือน้ำหนักที่น้อยมาก

คณิตศาสตร์ มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๓ คือ .๕๙ มีองค์ประกอบที่ ๒ ร่วมด้วย แต่น้ำหนักน้อยกว่า

วิทยาศาสตร์ มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดในองค์ประกอบที่ ๒ คือ .๗๕

ผลที่ได้จากการศึกษาด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบในตัวอย่างต่าง ๆ ของแบบทดสอบ สังกัปวิทยาาสตร์และคณิตศาสตร์ และของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แสดงว่ามีองค์ประกอบร่วมอยู่ ๓ อย่าง และมีองค์ประกอบเฉพาะอยู่ ๒ อย่าง ในแบบทดสอบการอนุรักษ์ของเหลว การอนุรักษ์มวลสาร และคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบร่วมกัน ส่วนในแบบทดสอบการจัดรวมประเภท (สัตว์) และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบร่วมกัน ส่วนในแบบทดสอบการอนุรักษ์ความยาว และแบบทดสอบภาพการคิดในสมอง ไม่ปรากฏว่ามีน้ำหนักเด่นชัดในองค์ประกอบใดเลย จึงจัดว่าไม่ได้ อยู่ในองค์ประกอบร่วมตัวใด หากเป็นองค์ประกอบเฉพาะตัวเอง

การอภิปรายผล

การอภิปรายผลจะเน้นเฉพาะลงไปในปัจจัยบางประการที่อาจยังให้เกิดผลตามที่กล่าวไว้ในตอนต้นว่าด้วยการค้นคว้า

ก่อนอื่นน่าจะจะได้อภิปรายเกี่ยวกับเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เสียก่อน เครื่องมือนี้ก็คือแบบทดสอบวัดสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามวิธีการทดลองของเพียเจท์ แบบทดสอบดังกล่าวนี้เป็นแบบทดสอบชุด ซึ่งประกอบด้วยชุดย่อย ๗ อย่างด้วยกัน จากการวิเคราะห์ผลที่ได้รับจากการใช้เครื่องมือนี้พบว่า แบบทดสอบ “ภาพการคิดในสมอง” มีความสัมพันธ์น้อยที่สุดกับแบบทดสอบอื่นๆ ในชุดการทดลองด้วยวิธีการของเพียเจท์และมีความสัมพันธ์น้อยมากกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้วย อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบบทดสอบ “ภาพการคิดในสมอง” ตามวิธีการทดลองของเพียเจท์นั้นมีอยู่ ๒ แบบกล่าวคือ เป็นแบบนิ่ง (Static) และแบบที่มีการเคลื่อนไหว (Dynamic) และเท่าที่ออปเปอร์ (Oppen, 1971) ได้ศึกษาค้นพบ ก็ปรากฏว่าเด็กไทยทำแบบทดสอบภาพการคิดในสมองไม่ได้ดี อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ คณะผู้วิจัยใช้แต่การทดสอบ “ภาพการคิดในสมอง” (แบบนิ่ง) ผลที่ได้มาจึงอาจไม่สมบูรณ์ได้เท่ากับการใช้การทดลองในอีกแบบหนึ่งด้วย คือแบบการเคลื่อนไหว ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงเสนอแนะให้ได้ใช้เครื่องมือการทดสอบ “ภาพการคิดในสมอง” ทั้งในรูปนิ่งและรูปการเคลื่อนไหวพร้อมกันไปด้วย

อนึ่ง ในด้านที่เกี่ยวกับบทเรียนการทดลองที่ใช้ในการค้นคว้า ครูผู้ทดลองได้ประเมินผลการสอนบทเรียนเหล่านี้ว่าสามารถนำไปใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการทดลองที่วางไว้ กล่าวคือบทเรียนการทดลองช่วยให้เด็กกลุ่มตัวอย่างเข้าใจสังกัดบางประการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตาม การนำบทเรียนการทดลองเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญอื่นๆ อีกหลายประการ เช่น การใช้เวลาสำหรับการสอนให้มากกว่าที่กำหนดไว้ใน การทดลอง ความสะดวกและสถานที่ที่อำนวยความสะดวกจัดห้องเรียนเพื่อบทเรียนในการสอน ตลอดจนความอดทนและความเข้าใจของครูผู้สอน ในกรณีที่จะมีการใช้บทเรียนเหล่านี้ในห้องเรียนปกติและสอนโดยครูปกติ คณะผู้วิจัยลงความเห็นสอดคล้องกันว่าจะได้มีการปรับปรุงบทเรียนดังกล่าวอีกครั้งเสียก่อน โดยเฉพาะในด้านของภาษาและคำต่างๆ ที่ใช้เพื่อการอธิบายกระบวนการเรียนการสอนในบทเรียนเหล่านี้

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าด้วยผลข้างต้น ซึ่งปรากฏแล้วว่าผลโดยทั่วไปของการสอนสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ยังให้เกิดการแตกต่างระหว่างเด็กกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในเรื่องคะแนนสังกัดที่เด็กทำได้จากการทดลองตามวิธีการของเพียเจท์ และ

ในเรื่องคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ข้อนี้หมายความว่าเด็กที่ได้รับการสอนให้เกิดสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความถนัดที่จะเรียนรู้และเข้าใจสังกัดมากกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการสอน ผลที่ได้นี้เป็นที่พอใจแก่คณะผู้วิจัย เพราะหมายความว่า บทเรียนการสอนสังกัดต่าง ๆ ในการทดลองสามารถนำไปใช้ได้ แม้ว่าจะมีอุปสรรคหลายประการในสถานการณ์การเรียนการสอน ตลอดจนระยะเวลาของการทดลอง

สำหรับความแตกต่างในผลของการทดลองที่พบกับเด็กในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน ซึ่งได้แก่ สภาพแวดล้อมที่ไม่ใช่สลัม สภาพแวดล้อมที่เป็นสลัม และสภาพแวดล้อมชนบท ผลข้อนี้ไม่ได้แสดงว่าการทดลองสอนสังกัดให้ผลต่างกันแก่เด็กที่มาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน กล่าวคือ เด็กที่มาจากสภาพแวดล้อมแต่ละอย่าง (ไม่ใช่สลัม, สลัม, และชนบท) มีความคล้ายคลึงกันทั้งในคะแนนสังกัดทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามที่วัดได้จากแบบทดสอบที่ใช้วิธีการของเพียเจต์ และในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลของการทดลองสอนจะมีคล้าย ๆ กันกับเด็กซึ่งมาจากสภาพแวดล้อมต่างกัน แต่ก็อาจกล่าวได้ว่ามีแนวโน้มที่แสดงว่า การแตกต่างในคะแนนสังกัดทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระหว่างเด็กในเมืองกับเด็กชนบท จะมีมากกว่าการแตกต่างทางคะแนนสังกัดระหว่างเด็กสลัมกับเด็กชนบท และมากกว่าความแตกต่างระหว่างคะแนนของเด็กสลัมกับของเด็กในเมือง แนวโน้มอีกอย่างหนึ่งแสดงให้เห็นว่าเด็กสลัมทำได้ดีกว่าเด็กชนบท ทั้งในชุดการทดลองตามวิธีการของเพียเจต์ และการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผลที่ได้นี้ไม่เป็นของแปลกแต่อย่างใด และสนับสนุนผลที่ออปเปอร์ (Oppen, 1971) ได้จากการศึกษากับเด็กไทยเช่นเดียวกันว่ามีความแตกต่างระหว่างเด็กชนบทและเด็กในเมืองในอายุที่สามารถเข้าใจสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

จากที่พบว่าผลการทดลองสอนไม่มีความแตกต่างกันในเด็กกลุ่มตัวอย่างที่มาจากสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกันนั้น อาจมีเหตุผลต่าง ๆ ที่นำมาอภิปรายประกอบข้อพบนี้ได้ ข้อแรกก็คือ ลักษณะทางกายภาพและสถานที่ของโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่อาจมีผลกระทบกระเทือนต่อการกระทำของเด็กในสถานการณ์การทดสอบ นั่นก็คือในบรรดาโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในสถานที่ที่ไม่ได้เป็นสลัม เป็นสลัม และชนบท ครูผู้ทดลองพบว่าโรงเรียนในหัวเมืองที่จัดว่า

ไม่ได้อยู่ในเขตที่เป็นสลัม กลับมีสถานที่ที่คับแคบ และมีความสะดวกน้อยที่สุด ตรงกันข้ามกับโรงเรียนในชนบทที่ครูเหล่านี้พบว่ามีความกว้างขวาง และความสะดวกต่อการจัดห้องเรียนเพื่อการเรียนการสอน โรงเรียนที่อยู่ในเขตที่เป็นสลัมเองเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับโรงเรียนที่ไม่ได้อยู่ในเขตที่เป็นสลัม ก็ยังพบว่าดีกว่าในด้านของสถานที่และความสะดวกต่าง ๆ นอกจากนี้แล้ว ก็ยังมีอีกองค์ประกอบหนึ่งที่น่าจะนำมากล่าวถึงคือ ความร่วมมือของบิดามารดาและของผู้ปกครอง ซึ่งมีส่วนทำให้การเข้าร่วมในการทดลองของเด็กมีผลไปในรูปใดรูปหนึ่งได้ เช่น ความสม่ำเสมอในการเข้าชั้นเรียนทดลอง ตลอดจนการควบคุมและความเอาใจใส่สนใจต่อบทเรียนที่ครูผู้ทดลองใช้ในการสอน ในบรรดาเด็ก ๓ กลุ่ม คือ เด็กในเมืองที่ไม่ใช่สลัม เด็กสลัม และเด็กชนบท ครูผู้ทดลองพบว่าผู้ปกครองของเด็กในเมืองที่ไม่ใช่สลัมเป็นผู้ที่ให้ความร่วมมือในด้านการเรียนการสอนระหว่างการทดลองน้อยที่สุด ตรงกันข้ามกลับพบความร่วมมือที่ดีที่สุดในส่วนของผู้ปกครองของเด็กสลัม ซึ่งมีความกระตือรือร้นที่จะให้เด็กของตนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สำหรับบิดามารดาของเด็กในชนบท ปรากฏว่ายังขาดความกระตือรือร้นที่จะสังเกตความก้าวหน้าของบุตรมากกว่าที่จะกล่าวว่าขาดการให้ความร่วมมือเพราะไม่เต็มใจ อย่างไรก็ตาม ก็เป็นที่เข้าใจในคณะผู้วิจัยว่า บิดามารดาและผู้ปกครองที่อยู่ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามล้วนมีความจำเป็นที่จะต้องประกอบสัมมาอาชีพ การต้องดูแลเด็กที่จำต้องอยู่ในชั้นเรียนนอกเวลาเรียนปกติถือเป็นภาระอีกอย่างหนึ่งของผู้ปกครอง ในบางกรณีผู้ปกครองต้องอาศัยเด็กให้ช่วยดูแลบ้านขณะที่ตนออกไปทำงาน ดังนั้นการที่คณะผู้วิจัยขอความร่วมมือในการขอตัวเด็กไว้นอกเวลาเรียนปกติเพื่อการทดลองสอน จึงอาจยังให้เกิดความไม่สะดวกและความไม่สบายใจในส่วนของผู้ปกครองได้

ระหว่างการทดลองก็ได้มีเหตุการณ์อย่างหนึ่งเกิดขึ้นอย่างไม่ได้คาดคิดมาก่อน กล่าวคือ ในช่วงหลังของการทดลอง เกิดน้ำท่วมใหญ่ในส่วนกลางของกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง โรงเรียนทั้งหลายได้รับความกระทบกระเทือน โดยเฉพาะโรงเรียนในชนบท ซึ่งเด็กไม่อาจเดินมาโรงเรียนได้ ผลเสียหายจากอุทกภัยทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้เกิดความล่าช้าในการทดลอง คณะผู้วิจัยจำเป็นต้องปรับตารางกิจกรรมและเวลาการสอนใหม่ตลอดจนต้องยืดเวลาของการทดลองสอนออกไปด้วย อย่างไรก็ตามการยืดเวลาการทดลองสอนไม่ได้ช่วยให้สถานการณ์ต่าง ๆ ดีขึ้นนัก ทั้งนี้เนื่องมาจากเด็กในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในระยะเวลา

ที่ใกล้เคียงปลายปีการศึกษา และโรงเรียนต้องควบคุมชั่วโมงการเรียนโดยปกติของเด็กให้ครบตามที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ ทั้งเด็กและครูผู้ทดลองจึงมีความเห็นต่อน้อยต่อการเรียนการสอนในช่วงหลังของการทดลองสอนเป็นอย่างมาก (รายละเอียดของการประเมินผลและข้อสังเกตจากครูผู้ทดลองที่มีต่อสถานการณ์การเรียนการสอนตลอดระยะเวลาของการทดลอง ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ๑๒, ๑๓, ๑๔, ๑๕)

จากการอภิปรายทั้งหมดแล้วข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า ผลแตกต่างของการทดลองสอนสังกัดที่มีต่อเด็กในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน น่าจะมีมากกว่าที่พบในการศึกษาทดลองครั้งนี้ ถ้าหากว่าได้มีการแก้ไขปรับปรุงและจัดสถานการณ์บางอย่างอันไม่เป็นที่พึงปรารถนาออกเสียได้ การกระทำทดลองซ้ำเช่นครั้งนี้อาจให้มีการแก้ไขสภาพการบางอย่างแล้วอาจเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการทดลองที่จะมีต่อเด็ก ซึ่งมาจากสภาพแวดล้อมต่างกันให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น

อีกประการหนึ่ง เด็กในกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาค้างนี้อยู่ในย่านอายุที่จำกัด ฉะนั้นจึงมีข้อเสนอแนะจากคณะผู้วิจัยสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป ที่จะพิจารณาใช้เด็กที่อยู่ในกลุ่มอายุที่ต่ำกว่า ๗-๘ ขวบ ทั้งนี้เพราะเป็นที่คาดหวังจากการวิจัยว่า การทดลองสอนสังกัดทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ น่าจะได้มีผลดีต่อเด็กในกลุ่มอายุที่น้อยกว่าเด็กในกลุ่มอายุของการศึกษาค้างปัจจุบัน กล่าวคือ ยิ่งเด็กมีอายุน้อยเท่าใด ก็ยิ่งจะได้รับผลจากการสอนสังกัดในแนวที่ผู้สอนต้องการมากขึ้นเท่านั้น

สำหรับในเรื่องความเกี่ยวข้องระหว่างสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการทดลองแสดงว่าตัวแปรทั้งสองอย่างนี้มีความสัมพันธ์กัน อย่างไรก็ดี มีข้อพึงระวังจากการพิจารณาผลที่ได้ในขั้นนี้ กล่าวคือ เมื่อมีการคำนวณค่า Co-efficient of determination ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึง ค่าความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองนี้อยู่ในระดับที่ต่ำ (Low predictive validity) ผลที่ได้นี้ก็อีกเช่นกัน ไม่เป็นที่น่าแปลกใจแต่อย่างใด เหตุผลที่อาจนำมาอธิบายได้ก็คือ ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับการปฏิบัติโดยทั่วไปในสถานการณ์การเรียนการสอนของโรงเรียนไทยทั้งหลาย รวมทั้งโรงเรียนที่อยู่ในกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้ด้วย นั่นก็คือ การสอนโดยปกติที่มักย่ำให้เด็กท่องจำและจดจำสิ่งต่างๆ เสียมากกว่าที่จะสอนให้เด็กเกิดความคิดที่ต้องใช้เหตุและผล ฉะนั้นเมื่อเด็กในกลุ่มทดลองพ้นจากสถานการณ์การเรียนการสอนในการศึกษาทดลอง เด็กก็จะต้องกลับมาเรียนในสภาพแวดล้อมปกติ

ซึ่งย้ำเรียนการท่องจำและจดจำข้อเท็จจริงอย่างเดิมอีก แม้ว่าจะเป็นที่คาดหวังว่าการทดลองสอนส่งกลับทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะมีผลบางอย่างต่อกระบวนการคิดของเด็ก แต่ผลเช่นนี้ย่อมจะไม่อยู่กับตัวเด็กได้นาน เพราะเด็กต้องกลับคืนมาสู่กระบวนการเรียนการสอนตามปกติที่ต่างไปจากการทดลองอีก ในไม่ช้าเด็กเหล่านี้ก็จะมีวิธีการคิดแบบยอมนับ (Passive thinking) มากกว่าที่จะเกิดการคิดแบบเป็นผู้ลงมือกระทำเอง (Active thinking) เนื่องจากขณะนี้ยังไม่มีหลักฐานทางการวิจัยที่จะกล่าวลงไปอย่างแน่นอนได้ว่า เด็กจะสามารถคงไว้ซึ่งสิ่งที่ได้จากการทดลองสอนเป็นระยะเวลานานเพียงใด จึงมีข้อเสนอแนะจากคณะผู้วิจัยอีกอย่างหนึ่งว่า น่าจะได้มีการศึกษาติดตามผลเด็กในกลุ่มตัวอย่างเมื่อได้เรียนเลื่อนไปอยู่ชั้นสูงต่อไปอีกด้วย

ตามที่ได้กล่าวไว้ตั้งแต่ตอนต้นของรายงานว่า ผลที่คาดว่าจะได้รับอย่างหนึ่ง คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พัฒนาขึ้นในตัวเด็กกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แม้ว่าผลของการศึกษาทดลองจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เช่นนั้นก็จริง แต่ก็ยังกล่าวไม่ได้ว่าเป็นที่พอใจ เพราะผลให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ต่ำ ทั้งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เด็กเรียนรู้กับความสามารถในการเรียนยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายประการ เช่น นโยบายทางการศึกษาและของโรงเรียน และทัศนคติที่ถูกต้องต่อการเรียนการสอน ความจำเป็นที่สำคัญยิ่งอย่างหนึ่งก็คือการสร้างให้เด็กผู้เรียน ครูผู้สอน และบิดามารดา ผู้ปกครอง เกิดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งในที่นี้หมายถึงท่าทีและความรู้สึกนึกคิดที่มีเหตุผล และใช้วิจารณ์อย่างไตร่ตรองก่อนสรุปความใด ๆ เพราะการมีทัศนคติเช่นนี้จะช่วยให้เด็ก ครู และผู้ปกครอง เกิดความรู้สึกจำเป็นที่จะต้องมีส่วนร่วมกันที่จะทำให้การเรียนการสอนทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียนมีความหมาย และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

คณะผู้วิจัยปรารถนาให้การศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่จะกระตุ้นให้มีการค้นคว้าเพิ่มเติมขึ้นอีก ทั้งต้องการจะได้เห็นผลการวิจัยที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์การเรียนการสอนอย่างแท้จริงด้วย การรู้จักพิจารณาใช้ผลการวิจัยนี้ให้สอดคล้องกับความต้องการและโอกาสที่เหมาะสม ย่อมอาจช่วยให้เกิดการปรับปรุงสถานการณ์การเรียนการสอนได้บ้างพอสมควร ถ้าได้มีการศึกษาเพิ่มเติมเกิดขึ้นเรื่อย ๆ พร้อมกับมีผู้รู้จักใช้ผลการวิจัยที่ได้และพึงจะได้ต่อไป ในอนาคตนั้น ก็ย่อมจะพอคาดหวังได้ว่า จะมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น

ระหว่างสังกัดที่เด็กผู้เรียนจะได้รับและความสามารถในการเรียน ความสัมพันธ์ที่จะมีเพิ่มมากขึ้นนี้ ย่อมสะท้อนให้เห็นผลดีของการเรียนการสอนที่ต้องการให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นที่การใช้การคิดที่มีเหตุผล การคิดที่มีเหตุมีผลตามหลักทางตรรกวิทยาเหนือได้ว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญยิ่งของประชากรที่พัฒนาแล้ว

เอกสารอ้างอิง

ไชศรี วรธกวีชา การสร้างแบบทดสอบความพร้อม และการศึกษาความพร้อมในการอ่านของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ในโรงเรียนบางโรงเรียนของภาคการศึกษา ๑ ปรินูณานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติ สำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

จรรยา สุวรรณทัต และคณะ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยระดับชั้นต่าง ๆ รายงานการวิจัย ฉบับที่ ๑๖ สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๑๖.

จำลอง สุวรรณรัตน์ พัฒนาการของเด็กไทยด้านการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสี รูปร่าง ส่วนรวมและส่วนย่อย ปรินูณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๑๑.

จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์ ผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่จบประถมศึกษา ปีที่ ๔ โรงเรียนประถมศึกษาบางโรงเรียน ในเขตการศึกษา ๑ ปรินูณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

จิตรา สังข์สะอาด ความคิดเห็นของครูประถมศึกษาปีที่ ๔ ในเขตการศึกษา ๑ ที่มีต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์เบื้องต้นของประถมศึกษาปีที่ ๔ ฉบับปรับปรุงแก้ไข ปี พ.ศ. ๒๕๐๓, ปรินูณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

- ชลิต บัวสรวง การศึกษาเรื่องคำตอบผิดในการบวกเลขหลักเดียว ของนักเรียนชั้นประถม
ปีที่ ๑ โรงเรียนประชาบาลและเทศบาล ในจังหวัดพระนครและธนบุรี ปรินุณานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติ
สำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.
- ชาติ ฤทธิ์ การสำรวจคุณธรรมแห่งความเป็นพลเมืองดีของเด็กที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔
ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบัน
ระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.
- ทองเดือน ศาสตรภักดิ์ การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการอ่าน
การเรียนรู้ทางสายตา และแบบการคิดทางตรรกศาสตร์ของเพียเจต์ ในเด็กเชื้อชาติไทย
จีน ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑-๕ ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๑๕.
- ทัศนีย์ คุณาวัฒน์วุฒิ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และการสอน
แบบเดิมที่ส่งผลต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน แบบการรับรู้และความอยากรู้อยาก
เห็น ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. ๒๕๑๕.
- บุรี กุลพิจิตร ผลสัมฤทธิ์ในวิชาเลขคณิตของเด็กประถมปีที่ ๔ ในเขตการศึกษา ๑ ปรินุณานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่าง
ชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.
- บำรุง บุญยงค์ การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ความคิดสร้างสรรค์ และทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมจากภายนอก - ภายใน ปรินุณานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. ๒๕๑๕.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ ความคิดเห็นของผู้บริหารต่อหลักสูตรประถมปีที่ ๔ พ.ศ. ๒๕๐๓
ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบัน
ระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.
- ปิยะรัตน์ ก้องกิจพิศาล การใช้กฎบางอย่างทางตรรกศาสตร์ด้วยสัญลักษณ์ในการสอนวิชา
คณิตศาสตร์แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
วิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. ๒๕๑๑.

ปฐม นิกคมานนท์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการอ่าน แบบการคิด การสร้าง
 สังกัษของเด็กประถมศึกษาปีที่ ๔ และ ๖ ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัย
 วิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก
 พ.ศ. ๒๕๑๔.

พวงน้อย ศรีตลานนท์ การศึกษาผลการฝึกความพร้อมในการอ่าน ในด้านการรับรู้ความแตกต่าง
 ทางสายตา โดยใช้สไลด์ในระดับเด็กชั้นอนุบาล ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
 วิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. ๒๕๑๕.

เพ็ญสุข หวังแก้ว ความคิดเห็นของครูชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ภาคการศึกษา ๑ ที่มีต่อหลักสูตร
 ประถมปีที่ ๔ ฉบับปรับปรุงแก้ไข ปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหา-
 บัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการ
 ค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

ไพฑูรย์ ธรรมแสง ความคิดเห็นของครูต่อหลักสูตรสังคมศึกษา ประถมปีที่ ๑ ฉบับปรับปรุง
 ปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วย
 ความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

พรวพรรณ จันทระปัญญา ความคิดเห็นของครูชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เขตการศึกษา ๑ ต่อหลักสูตร
 วิชาเลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา
 ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

มนเทียร วุฒิกุล การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเลขคณิตและวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปี พ.ศ. ๒๕๑๕ ระหว่างโรงเรียนเทศบาล โรงเรียน
 ราษฎร์ โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา และโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารนครหลวง
 ในเขตนครหลวงกรุงเทพมหานคร กับเกณฑ์ปกติระดับชาติ ปรินุณานิพนธ์การศึกษา
 มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. ๒๕๑๖.

ยุพา อนันตสิทธิ์ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์
 ทั่วไป ที่ส่งผลต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความถนัดทางการเรียน และความ
 รับผิดชอบ ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. ๒๕๑๕.

รัตนา ศิริพานิช ความเข้าใจในการฟังภาษาไทยกลาง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็ก
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒ ที่พูดภาษาไทยกลางในกรุงเทพฯ และของเด็กประถมศึกษาปีที่ ๒ ที่พูด
ภาษามลายูในปัตตานี ปรินุณยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

วัน เกษพิชัย ผลสัมฤทธิ์ในวิชาภูมิศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ในโรงเรียนประถมศึกษา
แห่งของเขตการศึกษา ๑ ปรินุณยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

วิรัช วัชรวิชัย โครงการวิจัยการพัฒนาการสืบสวน - สอบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ คณะ
วิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๑๓ - ๒๕๑๔.

สุพล บุญทรง พัฒนาการของเด็กไทยในการอนุรักษ์สสาร น้ำหนัก และปริมาตร, ปรินุณยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบัน
ระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๑๑.

สมัย เหล่าวานิชย์ การศึกษาความสามารถในการสร้างโมโนภาพเกี่ยวกับ ทอปโปโลยีและ
เรขาคณิตแบบยูคลิด ของเด็กไทยในระดับอายุ ๓ ขวบ ถึง ๑๐ ขวบ ปรินุณยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. ๒๕๑๔.

สมประสงค์ สถาปิตานนท์ การสร้างแบบทดสอบสะกดคำของชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และการศึกษา
ผลสัมฤทธิ์ในการสะกดคำของเด็กในโรงเรียน ๑๑ โรงเรียน ของภาคการศึกษา ๑
ปรินุณยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของ
สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ การศึกษาสมรรถภาพทางสมองบางประการที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทาง
การเรียนรู้ของเด็กในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปรินุณยานิพนธ์การศึกษามหา
บัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา พ.ศ. ๒๕๑๒.

อารี เพชรผล การสร้างแบบทดสอบเลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และการศึกษาผลสัมฤทธิ์ใน
วิชาเลขคณิตของเด็กประถมศึกษาปีที่ ๑ ในโรงเรียน ๑๑ โรงเรียน ภาคการศึกษา ๑ ปรินุณยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่าง
ชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.

- อารี สายธร *ความคิดเห็นของครูต่อหลักสูตรประถมศึกษาปีที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๐๓* ปรินุณานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติ
สำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.
- อินทร์ ศรีคุณ *การศึกษาความเข้าใจในการฟัง การอ่าน การสะกดตัว และการเขียนของ
เด็กประถมปีที่ ๔ ในโรงเรียนประถมศึกษา ๖ โรงเรียนในจังหวัดนครราชสีมา*
ปรินุณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบัน
ระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก พ.ศ. ๒๕๐๗.
- Bergling, K. *The development of hypothetico-deductive thinking in children*. IEA. Monograph
studies No. 3. Stockholm, Sweden: Almqvist and Wiksell International, 1974.
- Buatong, Somporn. *A study of the primary school curriculum in Thailand (Summary)*. 2nd
Edition (Revised) Bangkok Institute for Child Study, March 1968.
- Furth, H.G., *Piaget for Teachers*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
1970.
- Furth, H.G., *Piaget and knowledge (Theoretical foundation)*. Englewood Cliffs,
New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1969
- Harmon, H.H. *Modern factor analysis*. Chicago: University of Chicago Press, 1960.
- Kirk, R. *Experimental Design: Procedures for Behavioral Sciences*. Belmont, California:
Wadsworth Pub. Co. Inc., 1968.
- Lindquist. E.F. *Design and analysis of experiments in psychology and education*. Boston:
Houghton Mifflin Co., 1956.
- Lovell, K. *The growth of basic mathematical and scientific concepts in children*. London:
University of London Press Ltd., 1966.
- Oppen, P. Sylvia. *Intellectual development in Thai children*, Ph.D.'s thesis. Cornell
University, 1971.
- SEAMEO, *Science and mathematics concept learning of Southeast Asia children*. Phase
one report, No. 2. Glugor, Penang, Malaysia, 1974.
- Somnapan, R., *Isomorphic structure of the relation between learning environments and
cognitive development of Thai Children*. New York: SEADAG Publication.
1973.

- Sonthikhan, Sriprapa. *Report on the study of science and mathematics concepts of Thai children*. A report submitted to the RECSAM International Committee for Research Coordination, Bangkok, 1975.
- Spencer, T.D., and Kass, N. (editors). *Perspectives in Child psychology (research and review)* New York: McGraw-Hill Book Comp., 1970.
- Thyne, James M. *Patterns of error in addition number facts*. University of London, 1964.
- UNESCO, UNICEF, CEDO. *Report of a regional seminar on the development of science and mathematics concepts in children*. Unesco regional office for education in Asia : Bangkok, Thailand, 1972.
-

ภาคผนวก ๑

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสังคมของเด็กไทย

เป็นที่ยอมรับกันว่า เมื่อคนเราได้มีโอกาสเข้าใจลักษณะ สังคม สังเกต วัตถุที่ดี เหตุการณ์ที่ดี อยู่บ่อย ๆ หรือเสมอ ๆ ก็ดี ได้ความเข้าใจ หรือได้ข้อสังเกตบางประการที่มีความหมายในทางสัมพันธ์กันที่ดี ทางแตกต่างกันก็ดี ก็จะสามารถรวบรวมเป็นความเข้าใจหรือเป็นข้อสังเกตหรือเป็นข้อคิดกว้างๆ ได้ จึงมีที่พบกันบ่อยๆ ว่ามีผู้ใช้คำว่า ความคิดรวบยอดบ้าง สังคมบ้าง แทนความเข้าใจข้อสังเกตหรือข้อคิดดังกล่าว

ความเข้าใจข้อสังเกต หรือข้อคิดกว้างๆ หรือความคิดรวบยอด หรือสังคม ลักษณะเช่นนี้ไม่ว่าจะใช้เรียกด้วยคำใดก็ตาม เป็นสิ่งที่ช่วยย่นเวลา และย่นระยะทาง และอะไรอื่นอีกหลายอย่างในการติดต่อสังสรรค์ เจริญหรือ และแม้ในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยเฉพาะสำหรับเด็กเล็ก ซึ่งกำลังอยู่ในวัยเรียนรู้ทุกสิ่งทุกอย่างในโลก ถ้าได้มีความเข้าใจร่วม ได้ข้อสังเกต ได้ความคิดรวบยอด หรือสังคมจากสิ่งที่พบเห็นนานาชนิดแล้ว จะช่วยให้เด็กเกิดความสะดวกในกระบวนการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

จากงานค้นคว้าวิจัยทั้งทางการศึกษาและจิตวิทยา มีผู้พบว่าการมีความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดหรือสังคมนั้นมีความสัมพันธ์อย่างมากกับผลการเรียน แต่น่าเสียดายที่งานค้นคว้าวิจัยในประเทศไทยที่เน้นหนักเรื่องกระบวนการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้เด็กเกิดมีความคิดรวบยอดยังมีน้อย และเท่าที่มีอยู่ก็มีอย่างกระจัดกระจาย กระนั้นก็น่ายินดีที่ยังมีการศึกษาค้นคว้าไต่ถาม ซึ่งเป็นเครื่องแสดงว่าได้มีผู้สนใจค้นคว้าในแนวนี้อยู่แล้วและคงจะมีจำนวนมากขึ้นในโอกาสต่อไป

เท่าที่พบและพอจะรวบรวมผลงานวิจัยที่อาจเรียกได้ว่าเกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีเป็น ๓ กลุ่มด้วยกัน คือกลุ่มที่ ๑ เป็นการศึกษาทางผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และปัจจัยที่ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ระดับนี้ กลุ่มที่ ๒ เป็นการศึกษาเน้นหนักไปทางกระบวนการเรียนรู้ด้านพัฒนาการทางสติปัญญา และกลุ่มที่ ๓ เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับความคิดรวบยอด หรือสังคมทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

๑. ผลการค้นคว้าวิจัยทางผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

เนื่องจากกรมสามัญศึกษาสนใจในเรื่องจำนวนเด็กตกชั้น ในระดับชั้นประถมศึกษาว่ามีมากมาย จึงได้ขอความร่วมมือจากสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็กให้ศึกษาดูประสิทธิผลของหลักสูตรประถมศึกษาที่ประกาศใช้ในปี ๒๕๐๓ (สมพร บัวทอง, ๒๕๐๙) และด้วยเหตุผลบางประการการศึกษาครั้งนั้นได้จำกัดอยู่เฉพาะหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และประถมปีที่ ๔ เท่านั้น อย่างไรก็ตามก็ได้มีการศึกษาทั่วประเทศด้วยการสุ่มโรงเรียนเป็นตัวอย่าง ภาคศึกษาละ ๑๒ โรงเรียน ๑๒ ภาคศึกษา รวม ๑๔๔ โรงเรียน และได้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง ๒๕,๔๕๐ คน ครู ๒,๒๖๐ คน และผู้บริหารการศึกษา ๑,๐๖๐ คน อุปกรณ์การค้นคว้าวิจัยมีแบบทดสอบ ๑๒ ชุด และแบบสอบถาม ๙ ชุด ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ นอกจากข้าราชการในสถาบันแล้ว ยังได้อาศัยความร่วมมือของนิสิตที่กำลังศึกษาระดับปริญญา มหาบัณฑิตสาขาจิตวิทยาการศึกษา ในระยะนั้นจำนวน ๑๖ คน (เพราพรรณ จันทรปัญญา, วัน เกษพิชัย, ไพฑูรย์ ธรรมแสง, บรู๊ กุลพิจิตร, ซาลิ ลัทธิ, ประกิต รัตนสุวรรณ, อารี เพชรผุด, อารี สายธร, วัน สังขสะอาด, รัตนา ศิริพานิช, อินทร์ ศรีคุณ, สมประสงค์ สถาบันานนท์, ไชศรี วรธกวิชา, เพ็ญสุข หวังแก้ว, จิรวัดน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์ และ ชวลิต บัวสรวง, ๒๕๐๗)

ผลการค้นคว้าพบว่า ผลการเรียนรู้ของเด็กนักเรียนชั้นประถมปีที่ ๑ (ไม่รวมเด็กซ้ำชั้น) ชั้นประถมปีที่ ๒ และชั้นประถมปีที่ ๕ อยู่ในระดับต่ำกว่าที่ผู้วางหลักสูตรคาดหวัง จึงเป็นแนวทางให้สรุปได้ว่าอาจจะเป็นหลักสูตร หรือวิธีสอนหรือทั้งสองอย่างที่ยังต้องการปรับปรุง การวิเคราะห์คำตอบของเด็กจากแบบทดสอบพอจะบอกจุดที่ควรแก้ไขปรับปรุงได้ ตัวอย่าง เช่น เด็กชั้น ป. ๕ ทำเลขบวกและลบได้ดี แต่พอเป็นเลขโจทย์ที่มีคำบรรยายเด็กจะทำได้ไม่ดี ทั้งนี้อาจแปลความได้ว่าครูสอนเลขโจทย์ให้แก่เด็กน้อยไป มุ่งแต่การสอนบวกลบเลขที่ไม่มีคำบรรยายมากกว่าก็เป็นได้

สำหรับแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์และภูมิศาสตร์ชั้น ป. ๕ ซึ่งมีวัตถุประสงค์จะวัด ความจำ ความเข้าใจ เหตุผล และการนำไปใช้ ข้อที่เด็กตอบได้ดีคือข้อที่วัดความจำ ซึ่งทำให้ดูเหมือนว่าการสอนของครูเน้นในเรื่องการจำมากกว่าอย่างอื่น

ผลการทำแบบทดสอบเลขชั้น ป. ๒ แสดงให้เห็นว่า เด็กทำไม่ได้ดีในเรื่องการนับเลขที่มีจำนวนชั้นเรื่องเงินตราและเรื่องเวลา แต่จะทำได้ดีในเรื่องบวกลบปกติ

สำหรับเด็กชั้นประถมปีที่ ๑ เลขบวกปกติก็ยังทำผิดกันเป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าเด็กยังมีความเข้าใจในการบวกไม่เพียงพอ โดยเฉพาะเลขที่มี ๐ เข้ามาเกี่ยวข้อง เด็กจะไม่สนใจค่าของ ๐ เลย เรื่องการใช้เลขไทยและเลขอาหรับ เด็กก็ยังใช้สับสนกันอยู่ (Buatong, 1968) นับได้ว่าเป็นลักษณะผิดที่เด่นในเด็กไทย นอกจากนี้ยังมีลักษณะการทำเลขผิดที่เด่น อีกอย่างหนึ่ง คือการบวกเลขแบบ $๖+๔$ เด็กมักตอบว่า เท่ากับ ๖๔ หรือ ๔๖ นอกจากนี้กระสวนการทำเลขผิดของเด็กไทยตรงกับของที่ Thayne ศึกษาไว้ในปี ๒๕๐๘ (Thayne, 2508)

สรุปได้ว่าสิ่งที่พบว่าเด็กทำผิดกันมากจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในครั้งนั้น เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ไปใช้และการเข้าใจ กล่าวคือ เด็กทำได้คะแนนดีในเรื่องของความจำมากกว่าอย่างอื่น

ส่วนด้านความคิดเห็นของครูและผู้บริหารการศึกษา จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ทราบว่าประมาณ ๗๐% ของครูที่สอนชั้นประถมปีที่ ๔ บอกว่า ครูเองไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาเลขคณิตและวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ในหลักสูตร ครูจำนวน ๔๐% เชื่อว่าเนื้อหาเหล่านั้นไม่เหมาะสมกับท้องถิ่นที่อยู่ของเด็ก

เฉพาะในเรื่องเลขคณิต ครูเห็นว่าส่วนที่เป็นเลขคณิตคิดในใจใช้ได้ดี แต่ส่วนที่ไม่เกิดประโยชน์ คือเรื่องการทอนเงินตราต่างประเทศ เรื่องแผนภูมิต่างๆ และเรื่องมาตราชั่งตวงวัด ทั้งในมาตราเมตริกและอื่นๆ

ในวิชาวิทยาศาสตร์ บทสอนส่วนที่เป็นประโยชน์ได้แก่เรื่องดินฟ้าอากาศ ส่วนที่ครูเห็นว่าไม่เป็นประโยชน์ได้แก่เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

ในความรู้สึกรู้สึกของครูเห็นว่าประมวลการสอนทั้งวิชาเลขคณิตและวิทยาศาสตร์ ทั้งๆ ที่ตรงกับหลักสูตร แต่ไม่ได้กล่าวไว้อย่างให้เข้าใจได้ง่าย ฉะนั้นจึงไม่น่าแปลกใจที่เด็กนักเรียนจะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำในวิชาเหล่านั้น

นอกเหนือจากผลการวิจัยหลักสูตรทั่วประเทศดังกล่าว ยังมีงานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งของสามารถ วีระสัมฤทธิ์ (สามารถ, ๒๕๑๒) เป็นงานว่าด้วยความสามารถทางสมองที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียนวิชาเลขคณิต วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปีที่ ๗

ในโรงเรียนเทศบาล ๕ แห่ง เป็นจำนวน ๔๔๔ คน แบบทดสอบที่ใช้มี เลขคณิต ภาษาไทย ความจำ การจำแนกประเภท การโยงความหมาย ความสัมพันธ์เชิงที่ว่าง มิติสามมิติ การรับรู้ทางสายตา และความถนัดทางการเรียนเลขคณิตและวิทยาศาสตร์

เป็นที่น่าสนใจคือ ผลแสดงให้เห็นว่ามีองค์ประกอบที่เป็นตัวร่วมกันทั้งในวิชา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ความสามารถทางภาษา ความแม่นยำและความว่องไวในการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์เชิงที่ว่าง และการให้เหตุผลทางนามธรรม

งานวิจัยชิ้นดังกล่าวให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ครูต้อง ใส่ใจในการจัดหากิจกรรม หรือแบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับองค์ประกอบทั้ง ๔ ดังกล่าว ให้แก่เด็ก

หลังจากที่สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก ได้ทำการวิจัยหลักสูตรดังกล่าวข้างต้นมาประมาณ ๑๐ ปี สถาบันได้ร่วมงานวิจัยกับสมาคมระหว่างชาติว่าด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีสมาชิกร่วมงานวิจัย ๑๔ ประเทศ (จอร์จา และคณะ, ๒๕๑๖) กลุ่มตัวอย่างที่สถาบันทำการวิจัยได้แก่นักเรียนในประเทศไทย จำนวน ๗๐๐๐ คน อายุระหว่าง ๑๐ ปี ถึง ๑๐ ปี ๑๑ เดือน กลุ่มหนึ่ง อายุระหว่าง ๑๔ ปี ถึง ๑๔ ปี ๑๑ เดือน กลุ่มหนึ่ง และนักเรียนชั้น มศ. ๓ กลุ่มหนึ่ง นักเรียนชั้น ม.ศ. ๕ อีกกลุ่มหนึ่ง

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบหลายประการทั้งทางโรงเรียนและทางบ้าน กล่าวคือผลสัมฤทธิ์ที่อยู่ในระดับต่ำจะอยู่ที่เรื่องความเข้าใจและการนำไปใช้ ยกเว้นในด้านความรู้ทางด้านทัศนคติ เด็กจะมีทัศนคติทางด้านดีต่อโรงเรียนน้อยลงเมื่อเด็กอยู่ในชั้นสูงขึ้น ครูที่สอน วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในชั้นต่ำ ๆ จะไม่ได้รับการฝึกฝนมาทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งทัศนคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ก็ค่อนข้างไปในทางนิเสธ ฝ่ายผู้ปกครองก็ไม่เห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ จึงไม่ได้สนับสนุนส่งเสริมเด็กในด้านการเรียนวิชานี้เท่าที่ควร แม้ว่าจะไม่ได้ทำการเปรียบเทียบโดยตรงระหว่างผลสัมฤทธิ์ของเด็กไทย และเด็กชาติอื่นๆ ที่พัฒนาแล้ว และกำลังพัฒนา แต่เมื่อเทียบกันอย่างคร่าวๆ แล้ว ผลสัมฤทธิ์ของเด็กไทยจกัว่าอยู่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างประเทศทุกด้านของวิชาวิทยาศาสตร์

ขณะนี้ปัจจุบันหน่วยประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ กำลังเริ่มงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับเก่า และที่กำลังทดลองใช้หลักสูตรฉบับใหม่โดยใช้แบบทดสอบและแบบสอบถามที่สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก (ปัจจุบันเรียก สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์) เคยใช้ในโครงการของ ไอ.อี.เอ. ผลการวิจัยครั้งล่าสุดนี้ คาดว่าจะออกมาในไม่ช้า

งานวิจัยขั้นสุดท้ายในกลุ่มแรกที่จะกล่าวถึงนี้ คืองานวิจัยของมณฑลเตียร์ วุฒิกุณ (มณฑลเตียร์, ๒๕๑๖) ว่าด้วยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนในโรงเรียนเทศบาล โรงเรียนราษฎร์ และโรงเรียนของกรมสามัญ และโรงเรียนขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในเขตกรุงเทพมหานคร (ต่อไปจะเรียกสั้น ๆ ว่าโรงเรียน ก.ท.ม.) นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ในปีการศึกษา ๒๕๑๔ รวม ๑๗๓๔ คน เครื่องมือที่ใช้มีแบบทดสอบวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีทั้ง เลขโจทย์ ปัญหา เหตุผล และทักษะ

ผลปรากฏว่าโดยส่วนรวมในเลขโจทย์ ปัญหา และเหตุผล เด็กชายทำคะแนนได้ดีกว่าเด็กหญิง สำหรับเลขทักษะเด็กหญิงทำได้ดีกว่าชาย ส่วนในวิชาวิทยาศาสตร์เด็กชายเหนือกว่าเด็กหญิง

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามประเภทโรงเรียน ผลปรากฏโดยย่อว่าในวิชาเลขโจทย์ ปัญหาและเหตุผล เด็กในโรงเรียนกรมสามัญและโรงเรียนราษฎร์อยู่ระดับเดียวกัน และเด็กในโรงเรียนกรมสามัญ เหนือกว่าเด็กในโรงเรียนเทศบาล และโรงเรียน ก.ท.ม. และเด็กโรงเรียนเทศบาลเหนือกว่าเด็กในโรงเรียน ก.ท.ม.

ทางด้านเลขทักษะ เรียงลำดับโรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงไปหาต่ำตามลำดับมีดังนี้ คือ โรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนกรมสามัญ โรงเรียนเทศบาล และโรงเรียน ก.ท.ม.

ในวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนโรงเรียนกรมสามัญมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าโรงเรียนประเภทอื่น นักเรียนโรงเรียนราษฎร์ดีกว่านักเรียนโรงเรียนเทศบาล และนักเรียนโรงเรียน ก.ท.ม. เด็กในสองโรงเรียนหลังจั่วว่าอยู่ในระดับเดียวกัน

เมื่อเทียบผลสัมฤทธิ์ทั้งคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของทั้งเด็กหญิงและเด็กชาย กับคะแนนเกณฑ์ปกติของชาติ (National norm) แล้วจัดว่าอยู่เหนือกว่าเกณฑ์นี้ทั้งสองเพศ ตลอดจนประเภทต่าง ๆ ของโรงเรียนก็อยู่เหนือเกณฑ์ปกติของชาติ

๒. ผลงานวิจัยทางพัฒนาการของกระบวนการคิด

งานวิจัยของ สุพล บุญทรง (สุพล, ๒๕๑๒) นับเป็นงานชิ้นแรกในประเทศไทย ที่ทำเกี่ยวกับพัฒนาการของกระบวนการคิด จึงควรนำมากล่าวถึงเป็นลำดับแรก แต่จะกล่าวอย่างกว้างขวางไม่ได้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวนน้อย อย่างไรก็ตามที่พบแสดงให้เห็นแบบของพัฒนาการในเด็กไทยที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์มวลสารน้ำหนักและปริมาตร สุพลใช้กลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนประถมศึกษา ๖ แห่งในกรุงเทพมหานคร นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมีอายุตั้งแต่ ๖ ถึง ๑๓ ปี แต่ละอายุเลือกเด็กโดยสุ่มมาเป็นตัวอย่างกลุ่มอายุละ ๖ คน ชาย ๓ หญิง ๓ รวมแล้วเป็นจำนวน ๒๘๘ คน เด็กถูกทดสอบเป็นรายบุคคล แต่ละคนตอบคำถาม ๓ คำถาม ในแต่ละเรื่อง (มวล น้ำหนัก และปริมาตร) คำถามแรกเป็นการคาดคะเน คำถามที่สองให้ตอบอย่างตัดสินใจ และคำถามที่สามเป็นการอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบตามลำดับ

บุญทรงพบว่าพัฒนาการของเด็กไทยในเรื่อง มวลสาร น้ำหนัก และปริมาตร เป็นไปตามทฤษฎีของเพียเจต์ ผลที่พบก็สอดคล้องกับที่ โลเวล และโอกิลวี่ กับเลมอสเคยทำไว้ กล่าวคือพัฒนาการของเด็กกลุ่มอายุน้อยอยู่ในขั้นแรกและขั้นที่ ๒ มีน้อยคนที่มีคะแนนถึงขั้นที่ ๓ ตรงข้ามเด็กส่วนมากในกลุ่มอายุมาก แสดงว่าพัฒนาการของสังกัดอยู่ในขั้นที่ ๓ เด็กไทยในกลุ่มตัวอย่างของบุญทรงมีสังกัดในเรื่องอนุรักษ์มวลสารและน้ำหนักเมื่ออายุ ๑๒ ปี เมื่อเทียบกับเด็กทางประเทศตะวันตกซึ่งมีสังกัดในเรื่องอนุรักษ์มวลสารเมื่ออายุ ๗-๘ ปี และน้ำหนักเมื่ออายุ ๙-๑๐ ปี แล้ว ในการนี้แสดงว่าเด็กไทยมีพัฒนาการช้ากว่า สำหรับเรื่องปริมาตรยังไม่อาจสรุปได้ว่าพัฒนาเมื่อเด็กอายุใดแน่

ในเรื่องมวลสารและน้ำหนัก เด็กไทยมีสังกัดในสองด้านพร้อม ๆ กัน ซึ่งต่างจากการค้นคว้าของเพียเจต์ โลเวลล์ กับโอกิลวี่ และเอลโคนต์ ซึ่งสรุปไว้ว่าพัฒนาการของสังกัดในเรื่องมวลสารจะเกิดก่อนเรื่องน้ำหนัก

ส่วนความแตกต่างในเรื่องเพศ ไม่ปรากฏในผลการวิจัยของบุญทรง ซึ่งผลนี้ก็ตรงกับของสวีสต์ ประทุมราช โยชัยชั้น และโควิสตรา ที่ทำกับเด็กตะวันตก

งานวิจัยชิ้นที่ ๒ ที่ควรนำมาเสนอที่นี้ คือของซิลเวียร์ ออปเปอร์ (Oppen, 1971) ตอนแรกเธอมีความประสงค์จะดูว่าพัฒนาการของเด็กในประเทศไทยที่ไม่ได้รับอิทธิพลของวัฒนธรรมตะวันตก จะเป็นดังที่เพียเจท์กล่าวว่าพัฒนาการทางสมองมีขั้นตอนในกระบวนการสร้างสิ่งกับต่าง ๆ เป็นสากลจริงอย่างไรหรือไม่ และใครจะศึกษาด้วยว่าพัฒนาการของระดับชั้นอายุต่างๆจะเป็นอย่างไรภายในวัฒนธรรมเดียวกันและต่างกัน ในที่สุด ซิลเวียร์ ออปเปอร์ ได้ลงมือศึกษาด้วยวัตถุประสงค์จะดูว่าขั้นการคิดแบบเป็นทางการ (Formal operation) จะเกิดในวัฒนธรรมอื่นด้วยหรือไม่ หรือจะเกิดกับเด็กในวัฒนธรรมตะวันตกเท่านั้น จึงได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในกรุงเทพฯ กลุ่มหนึ่ง อยู่ชนบทกลุ่มหนึ่ง กลุ่มชนบทอยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ไปประมาณ ๖๕ ไมล์

แบบทดสอบต่าง ๆ ของเพียเจท์ ซึ่งออปเปอร์นำมาใช้ครั้งนี้มี ๒ ประเภท ประเภทหนึ่งเรียกว่า 'Operative' มี ๗ แบบทดสอบ อีกประเภทหนึ่งเรียกว่า 'Figurative' มี ๓ แบบทดสอบ แบบทดสอบเหล่านี้ใช้ได้ดีกับเด็กชาติสวิสส์ในวัยระหว่างขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operation) ได้แก่แบบทดสอบรวมประเภท (คอกไม้) รวมประเภท (สัตว์) การอนุรักษ์ของเหลว การจับคู่หนึ่งต่อหนึ่ง การจัดลำดับ และโมโนภาพ กลุ่มตัวอย่างไทยครั้งนี้เป็นเด็กในกรุงเทพฯ ๕๐ คน เด็กในชนบท ๕๔ คน อายุระหว่าง ๖-๑๑ ปี และยังได้นำแบบทดสอบอีก ๒ แบบ ที่ใช้ได้ดีกับเด็กชาติสวิสส์ในวัยการคิดแบบเป็นทางการ คือ การอนุรักษ์ปริมาตร และวิธีการผสมที่ไม่ซ้ำอันดับ (permutation) มาใช้กับเด็กไทยอีกกลุ่มหนึ่ง ทั้งในกรุงเทพฯ และในชนบท มีกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพฯ ๔๒ คน และในชนบท ๔๖ คน เด็กกลุ่มหลังนี้อายุระหว่าง ๖-๑๖ ปี

ผลการวิเคราะห์ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพแสดงว่า พัฒนาการตามขั้นตอนต่างๆ ที่วัดด้วยแบบทดสอบ 'Operative' ทั้ง ๗ นั้น ปรากฏว่ามีการพัฒนาตามขั้นตอนทั้งในเด็กกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพฯ และชนบท ถ้อยคำที่เด็กใช้ในการให้เหตุผล ไม่ว่าจะกลุ่มเด็กในกรุงและในชนบท พบว่าเป็นแบบเดียวกันกับของเด็กชาติสวิสส์ จนเกือบจะพูดได้ว่าใช้คำเดียวกัน ข้อนี้แสดงว่าความเจริญทางกระบวนการคิดของเด็กเป็นสากล กล่าวคือเด็กในต่าง ๆ วัฒนธรรมกันมีกลไกในการใช้สมองคิดขณะทำงานไปในแบบเดียวกัน

ส่วนที่แตกต่างกันที่เป็นเรื่องสำคัญคือ อัตราเร่งของการเจริญ เด็กไทยในกรุงมี สังกัปส่วนใหญ่ด้วยอัตราเร่งพอ ๆ กับเด็กชาติสวิสส์ ที่จะช้ากว่าก็มีบ้างแต่ไม่มาก สำหรับเด็ก ไทยในชนบทเจริญช้ากว่าเด็กสวิสส์ประมาณ ๓ ปี ในทุกสังกัด และเมื่อพิจารณาโดยอายุจะเห็น ว่าเด็กไทยกลุ่มอายุที่ยังมากจะมีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับของเด็กชาติสวิสส์มากขึ้น

ในการให้ทำแบบทดสอบ ออปเปอร์ตให้ทำตามลำดับความยากง่ายของแบบทดสอบ ตรงกันทั้งแก่เด็กสวิสส์และเด็กไทย กล่าวคือให้ทำแบบทดสอบจับคู่หนึ่งต่อหนึ่งเป็นอันดับแรก ถัดไปเป็นการจัดลำดับ การอนุรักษ์ของเหลว การอนุรักษ์ความยาวด้วยไม้ ๒ ชั้น การรวม ประเภทดอกไม้ การรวมประเภทสัตว์ การอนุรักษ์ความยาวไม้ด้วยไม้หลายชิ้นตามลำดับ

ผลการทดสอบมโนภาพหรือการคิดในสมองออกมาติดกับที่คาดไว้ กล่าวคือออป-เปอร์ตพบว่าแบบทดสอบ 'Static imagery' ไม่ยากกว่า 'Dynamic imagery' สำหรับเด็กไทย ทั้งนี้ได้พิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ทำได้และอายุของผู้ทำได้ในทั้งสามแบบทดสอบเด็ก ในกรุงเทพฯ และในชนบทไม่มีความแตกต่างกันในด้านรูปแบบของการพัฒนาการ ส่วนใน เรื่องอายุเด็กชนบทช้ากว่าประมาณ ๑ ปี เป็นอย่างมาก ยิ่งกว่านั้นแบบทดสอบแบบหนึ่งที เรียกว่า 'Movement of squares' คะแนนของเด็กไทยในกรุงเทพฯ ช้ากว่าคะแนนเกณฑ์ปกติ ของเด็กสวิสส์ ๓ ปี และเด็กชนบทไทยช้ากว่าคะแนนเกณฑ์ปกติของเด็กสวิสส์ ๔ ปี ซึ่งแสดง ว่าการทำแบบทดสอบแบบ 'Figurative tests' ไม่แสดงผลอย่างเดียวกันกับเด็กสวิสส์ สำหรับ 'Operative tests' ก็เข้าช่วยเดียวกัน กล่าวคือแม้จะพบข้อผิดพลาดโดยทั่ว ๆ ไป แต่ก็จัดเป็นแบบ เดียวกับเด็กสวิสส์ อย่างไรก็ดีข้อสรุปต่างๆ ก่อนที่จะรายงานด้วยความแน่ใจ ยังคงต้องการข้อ มูลในด้านการศึกษาเปรียบเทียบให้มากกว่านี้

โดยสรุป ผลที่พบในปัจจุบันพอจะแสดงให้เห็นว่า เด็กไทยเจริญถึงขั้นการคิดแบบ เป็นทางการพร้อม ๆ กันทั้งสองกลุ่ม และเด็กไทยมีลักษณะการตอบแบบทดสอบเหมือน ๆ กับ เด็กสวิสส์ หากแต่เด็กไทยมีอัตราการเจริญเติบโตทางสังกัดช้ากว่าเด็กสวิสส์หลายปี อย่างไรก็ตามทั้งที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าก่อนการสรุปใด ๆ ควรจะต้องมีข้อมูลทางการศึกษาเปรียบเทียบ ต่อไปอีก

มีงานวิจัยที่น่าสนใจอีกชิ้นหนึ่งทำโดยจำลอง สุวรรณรัตน์ (จำลอง, ๒๕๑๑) วัตถุประสงค์ของผู้วิจัยคือ ต้องการดูพัฒนาการของเด็กไทยในการใช้สี รูปแบบ ส่วนย่อย หรือส่วน

เต็ม เป็นเกณฑ์ในการแยกประเภทวัตถุ กลุ่มตัวอย่างมีอายุ ๔-๙ ปี จำนวน ๓๐๐ คน จากโรงเรียนอนุบาล ๒ แห่ง โรงเรียนประถม ๓ แห่ง ในจังหวัดสุพรรณบุรี แยกเป็นเพศหญิง ชาย กลุ่มละ ๒๕ คน ในทุกกลุ่มอายุ (๔, ๕, ๖, ๗, ๘ และ ๙) ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือขึ้น ๒ ชุด ชุดหนึ่งคือชุดบัตรรูปลายเส้นเรขาคณิต ๑๘ บัตร บัตรมีพื้นขาวโตขนาด ๘.๕ นิ้ว กว้าง ๑๑ นิ้ว แต่ละบัตร มีรูป ๓ รูป รูปอยู่ตรงกลางส่วนบนของบัตรคือเป็นรูปมาตรฐาน รูปที่สองอยู่ข้างซ้ายของรูปมาตรฐาน อีกรูปหนึ่งอยู่ข้างขวาของรูปมาตรฐานรูปหนึ่งใน ๒ รูปหลังนี้จะมีลักษณะเหมือนรูปมาตรฐานแต่ต่างสีออกไปอีกรูปหนึ่งมีสีเดียวกันกับรูปมาตรฐานแต่ต่างลักษณะออกไป รูปลายเส้นเรขาคณิตนั้นมี ๓ ลักษณะ คือ รูป ๕ เหลี่ยม ๖ เหลี่ยม และ ๗ เหลี่ยม สีที่ใช้ ๆ ต่างกัน ๓ สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน เครื่องมือชุดที่สองเป็นบัตรภาพเล็ก ๆ ๑๐ บัตร ซึ่งเมื่อจัดเข้าผสมกันเข้าแล้วจะปรากฏเป็นภาพใหม่อีกภาพหนึ่ง ขนาดของบัตรเท่าบัตรชุดแรก การทดสอบเป็นการทดสอบรายบุคคล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เด็กไทยในกลุ่มตัวอย่างใช้สีและรูปแบบเป็นเกณฑ์ในการแยกประเภทวัตถุ เป็นทำนองเดียวกับเด็กในประเทศตะวันตก กล่าวคือ เด็กอายุ ๑-๓ แยกประเภทวัตถุโดยรูปแบบมากกว่าโดยสี เด็กอายุ ๓-๗ ปี มีแนวโน้มจะแยกประเภทวัตถุโดยสี และเมื่ออายุเกิน ๖ ปี ขึ้นไปจนถึงผู้ใหญ่จะกลับไปใช้รูปแบบเป็นเกณฑ์แยกวัตถุอีก ผู้วิจัยพบว่าเด็กไทย ๔-๖ ขวบ แยกประเภทวัตถุโดยสีมากกว่าโดยรูปแบบ ส่วนเด็กอายุ ๗-๙ ปี มีแนวโน้มจะใช้รูปแบบมาพิจารณาในเรื่องการใช้ส่วนย่อยหรือส่วนเต็มมาพิจารณาแยกประเภทวัตถุ เด็กทุกอายุใช้ส่วนย่อย ซึ่งเป็นผลการวิจัยที่ขัดกับที่พบในที่อื่น ๆ กล่าวคือ ในการวิจัยอื่นเขาพบว่า ความสามารถของเด็กจะเจริญขึ้นตามอายุในเรื่องจะใช้ส่วนย่อยหรือส่วนเต็มเป็นเกณฑ์ในการแยกวัตถุ

งานวิจัยขั้นต่อไปที่จะนำมาเสนอในที่นี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบ ซึ่งกระทำโดยดวงเดือน ศาสตราภรณ์ (ดวงเดือน, ๒๕๑๕) ผู้วิจัยวางวัตถุประสงค์ไว้ว่า จะคุณสมบัติภาพระหว่างการอ่านเข้าใจความ การเห็นภาพ และการคิดตามเหตุและผล โดยหลักการอนุรักษ์ของเพียเจท์ ผู้วิจัยแยกกระับความสามารถตามชั้นเรียน เพศ และเชื้อชาติ (ไทย-จีน) กลุ่ม

ตัวอย่างมีทั้งหมด ๓๐๐ คน จากโรงเรียนไทยแห่งหนึ่ง โรงเรียนจีนแห่งหนึ่ง การอ่านเข้าใจความเข้าใจด้วยแบบทดสอบเติมคำในช่องว่าง การเห็นภาพวัดโดยแบบทดสอบ ๕ ชนิด (ภาพเหมือน ภาพต่าง ภาพไม่สมบูรณ์ ภาพเชิงซ้อน และความสัมพันธ์เชิงที่ว่าง) การคิดตามเหตุและผลโดยหลักการอนุรักษ์ของเพียเจต์ วัดโดยการทดสอบเรื่องการอนุรักษ์ความยาว การอนุรักษ์จำนวน การอนุรักษ์สาร การอนุรักษ์ของเหลว และปริมาตร

ผลพบว่า การอ่านเข้าใจความ การเห็นภาพ และการคิดตามเหตุและผล มีค่าสหสัมพันธ์ในระดับความเชื่อมั่นที่สูงมาก และพบว่าความสามารถทั้งสามด้านของเด็กมีแนวโน้มว่าเจริญขึ้นตามอายุและชั้นเรียน โดยมีข้อยกเว้นบ้างเป็นบางกรณี สำหรับกระบวนการคิดแบบทวนกลับ สัมพันธ์กับการอ่านเข้าใจความสูงกว่ากระบวนการคิดแบบทดแทนและแบบเอกลักษณ์

งานวิจัยของปรูม นิคมานนท์ (ปรูม, ๒๕๑๔) เป็นงานที่ควรกล่าวถึงอีกชิ้นหนึ่ง ผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอ่าน การสร้างสัณกะ และกระบวนการคิด กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ และ ๗ ในกรุงเทพฯ และจังหวัดสุรินทร์ จำนวน ๕๕๐ คน และได้ใช้แบบทดสอบ ๕ ชนิด คือ การอ่านเข้าใจความ การอ่านไ้วแบบทดสอบวัดกระบวนการคิดด้วยภาพ แบบทดสอบวัดกระบวนการคิดด้วยถ้อยคำ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างสัณกะ ผลพบว่าความสามารถในการสร้างสัณกะสัมพันธ์กับความสามารถในการอ่านสูง เด็กในกรุงมีความสามารถในการสร้างสัณกะมากกว่าเด็กสุรินทร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ซึ่งใช้กระบวนการคิดแบบมีข้อกำหนดกฎเกณฑ์ (Categorical) มีความสามารถในการอ่านและในการสร้างสัณกะสูงกว่านักเรียนชั้นเดียวกัน แต่ใช้กระบวนการคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical) และแบบสัมพันธ์ (Relational) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ก็มีลักษณะเดียวกัน นักเรียนทั้งชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ และปีที่ ๗ ใช้กระบวนการคิดแบบมีข้อกำหนดกฎเกณฑ์ และแบบสัมพันธ์มากกว่าแบบวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างแบบทดสอบวัดกระบวนการคิดด้วยภาพและด้วยถ้อยคำพบว่ามีแต่ในกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗

งานวิจัยของ สมัย เหล่าวานิช (สมัย, ๒๕๑๔) เรื่องการสร้างสัณกะในวิชาทอพอโลยี (Topology) และเรขาคณิตแบบยูคลิด (Euclidean geometry) ของเด็กอายุ ๓-๑๐ ปี

เป็นงานที่น่าสนใจอีกชิ้นหนึ่ง กลุ่มตัวอย่างมีทั้งสิ้น ๑๔๐ คน มีหญิงชายจำนวนเท่ากัน การเก็บข้อมูลทำเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยที่สำคัญคือ ๑) เด็กในกลุ่มตัวอย่างเริ่มแยกแยะ 'Topological form' ออกมาจากรูปแบบอื่นได้เมื่ออายุ ๔ ปี และรูป 'Euclidean geometry' เมื่ออายุ ๕ ขวบ ๒) เด็กเขียนรูปต่าง ๆ ของทอพอโลยีได้เมื่ออายุ ๔ ขวบ และรูปเรขาคณิตแบบยูคลิด ได้เมื่อ ๕ ขวบ ๓) เด็กร้อยลูกปัดได้ตามแบบที่สั่งเมื่ออายุ ๖ ขวบ และร้อยในทางกลับกันได้เมื่ออายุ ๗ ขวบ ๔) เด็กผูกปมตามแบบที่สั่งได้เมื่ออายุ ๔ ขวบ ผูกสองปมได้เมื่ออายุ ๗ ขวบ ๕) เด็กเรียงไม้เข้าแถวผิที่บ้างเล็กน้อยเมื่ออายุ ๗ ขวบ

งานวิจัยขั้นสุดท้ายในกลุ่มนี้ได้แก่ของ ศรีประภา สนธิพันธ์ (Sonthikhan, ๑๙๗๕) เรื่องสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กไทยในภาคกลาง วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ต้องการจะรู้ว่าทฤษฎีของเพียเจต์ในเรื่องพัฒนาการของเซวาร์ปัญญา ในระดับขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational stage) จะมีความหมายต่อเด็กไทยวัย ๗-๑๒ เพียงใดหรือไม่ นอกจากนั้นยังต้องการรู้ว่าเด็กไทยจะมีสังกัดในการอนุรักษ์ของเหลว ของแข็ง ความยาว (ของไม้สองอัน และไม้หลายอัน) การอนุรักษ์น้ำหนัก ปริมาตร การทำงานประสานกันของมิติต่าง ๆ (Coordination of perspectives), การจัดประเภท (Classification) และการรับรู้รูปที่แฝงอยู่ (Perception of embedded figures) เด็กที่ถูกทดลองแบ่งเป็น ๓ กลุ่ม อายุคือ ๗-๙ ปี กลุ่มหนึ่ง ๑๐ ปี กลุ่มหนึ่ง และ ๑๑-๑๒ ปี อีกกลุ่มหนึ่ง

ผลที่พบน่าสนใจแม้จะมีข้อจำกัดอยู่บ้าง กล่าวคือเด็กไทยในจังหวัดภาคกลางสามารถสร้างสังกัดในทางปริมาตร ของแข็ง น้ำหนัก ความยาว ในอายุสูงกว่าที่เพียเจต์พบกับเด็กในยุโรป แต่ผู้วิจัยได้สรุปไว้ว่า ผลที่พบสอดคล้องกับคำกล่าวของเพียเจต์ที่ว่า เด็กจะมีสังกัดในกระบวนการคิดเมื่ออายุระหว่าง ๗-๑๒ ปี

๓. ผลงานวิจัยทางกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

งานชิ้นแรกในกลุ่มนี้ได้แก่ งานทดลองของ พวงน้อย ศรีตานนท์ (พวงน้อย, ๒๕๑๕) ซึ่งมีวัตถุประสงค์อยู่ ๒ ประการ คือ ๑) ต้องการดูผลของการฝึกให้เห็นความต่างของภาพ

โดยใช้ภาพหนึ่งทดสอบความพร้อมในการรับรู้เพื่อการอ่าน และ ๒) ดูความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแยกภาพต่าง กับผลสัมฤทธิ์ในการอ่าน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นเด็กอนุบาลปีที่ ๒ อายุระหว่าง ๕-๖ ปี จำนวน ๑๒๐ คน การทดสอบดูการเห็นความต่างของภาพ ซึ่งให้เด็กทำทั้งก่อนทดลองและหลังการทดลอง นอกจากนี้ยังได้ใช้แบบทดสอบให้ระลึกคำ (word recall) ในการทดสอบหลังการทดลองอีกด้วย และแบบทดสอบให้เติมประโยค ผู้วิจัยใช้สไลด์ ขนาด ๒" คูณ ๒" จำนวน ๖๖ ภาพ เป็นเครื่องมือที่ใช้ฝึก ภาพหนึ่งเหล่านี้อาจแบ่งเป็น ๓ ชุด คือชุดง่าย ชุดยากขึ้น และชุดยากมาก กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละเท่า ๆ กันโดยทางเทคนิค กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม และยังแบ่งออกไปอีกเป็นกลุ่มทดลองที่มีความสามารถสูง กลุ่มทดลองที่มีความสามารถต่ำ กลุ่มควบคุมที่มีความสามารถสูง กลุ่มควบคุมที่มีความสามารถต่ำ จึงมีเด็กกลุ่มละ ๓๐ คน ผู้วิจัยใช้คะแนนจากการทดสอบดูการเห็นภาพต่าง ที่ทำก่อนลงมือฝึกสอนนั้นเองเป็นเครื่องมือแยกกลุ่ม กลุ่มทดลองทั้งที่มีความสามารถสูงและต่ำ ได้รับการฝึกในเรื่องการดูภาพให้เห็นว่าต่างกัน โดยใช้ภาพหนึ่งดังกล่าวกว่า ๑๖ ครั้ง ในเวลา ๘ สัปดาห์ แต่ละครั้งใช้เวลา ๓๐ นาที กลุ่มควบคุมทั้งสองปล่อยให้เป็นการของครูประจำชั้นสอนไปตามปกติ ผลพบว่าเด็กในกลุ่มทดลองสามารถเห็นความต่างของภาพได้ดีกว่าเด็กกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามเด็กในกลุ่มควบคุมก็มีความสามารถในการเห็นความต่างของภาพสูงขึ้นด้วยเหมือนกัน เด็กในกลุ่มควบคุมจะพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเห็นความต่างของภาพกับผลสัมฤทธิ์ในการอ่านที่วัดจากแบบทดสอบระลึกคำ และเด็กในกลุ่มทดลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเห็นความต่างของภาพกับความสามารถในการอ่านที่วัดจากแบบทดสอบการเติมประโยค

งานวิจัยชิ้นที่ ๒ ในหมวดนี้ได้แก่งานของ ปิยรัตน์ ก้องกิจพิศาล (ปิยรัตน์, ๒๕๑๑) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ๒ ประการ คือ ๑) ดูว่า นักเรียนชั้น มศ. ๑ สามารถเรียนสัจกัปตรรกศาสตร์ทางสัญลักษณ์ (Symbolic logic) ได้หรือไม่ และ ๒) ดูว่าการเลือกสอนสัจกัปบางอย่างในตรรกศาสตร์ทางสัญลักษณ์จะเป็นผลดีหรือไม่ที่จะช่วยให้การเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กดีขึ้น

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน มศ. ๑ จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ จำนวน ๘๐ คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มมีครูสอนคณิตศาสตร์คนเดียวกัน (คือ

ผู้วิจัยเอง) สอนด้วยเนื้อหาเดียวกัน สัปดาห์ละ ๕ ชั่วโมง ในเทอม ๓ ของปีการศึกษา ๒๕๑๒ และสอนเพิ่มบางเรื่องในตรรกศาสตร์ทางสัญลักษณ์ให้แก่กลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในตรรกศาสตร์หนึ่งแบบ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ๕ แบบและใช้เป็นเครื่องมือประเมินผลตอนกลางเทอมและปลายเทอม เสร็จแล้วผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (two-way analysis of variance)

ผลการวิจัยที่สำคัญในการศึกษาครั้งนี้ คือ ๑) กลุ่มทดลองทำได้ดีในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางตรรกศาสตร์ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเกินกว่า ๕๐% ๒) ผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้นของกลุ่มทดลองมีอัตราการเพิ่มไปในทางที่ดี (Rate of improvement) สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในวิชาเรขาคณิต แต่ไม่มีนัยสำคัญในวิชาเลขคณิตโจทย์ปัญหา ในความเข้าใจเลขคณิต และสังกัดวิชาพีชคณิต ๓) ในเด็กกลุ่มทดลอง อัตราการเพิ่มจะมีสูงกว่าของเด็กในกลุ่มทดลองในแบบทดสอบทุกอย่างทางเลขคณิต

จึงสรุปว่า นักเรียน มศ. ๑ เรียนตรรกศาสตร์เชิงสัญลักษณ์ (Symbolic logic) ได้บางหัวข้อเรื่อง และการสอนหัวข้อต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยเลือกมาแล้วนั้นมิได้ผลให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น

งานวิจัยสามชิ้นต่อไปนี้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการวิจัยพัฒนาการแบบสับสนสับสนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry development project) (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๓ - ๒๕๑๔) ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิเอเชีย ระหว่างปี ๒๕๑๓-๒๕๑๔

งานวิจัยชิ้นแรกที่จะกล่าวถึงในที่นี้เป็นของทักษิณ คุณาคุณาคุณ (ทักษิณ, ๒๕๑๕) ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์จะเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์สองวิธี ในหัวข้อเรื่องกระบวนการคิดและความไม่รู้ ผลพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสับสนสับสน และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบประสมระหว่างวิธีสับสนสับสนกับการวิเคราะห์กระบวนการคิด มีผลการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเก่าอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่างคะแนนความไม่รู้ แต่สัมพันธ์ทางลบกับคะแนนกระบวนการคิดแบบสัมพันธ์ คะแนนการสับสนสับสนมีแนวโน้มจะสัมพันธ์ในแนวโค้งกับคะแนนกระบวนการคิดแบบวิเคราะห์และคะแนนความไม่รู้

งานวิจัยชิ้นที่ ๒ ในกลุ่มนี้เป็นของ ยุพา อนันตสิทธิ์ (ยุพา, ๒๕๑๕) ซึ่งมีวัตถุประสงค์จะศึกษาผลของการสอนแบบสับสนสับสนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ความถนัด

ทางการเรียนและความรับผิดชอบ และจะดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้น ๆ ด้วย กลุ่มตัวอย่างในการทดลองนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ในปี ๒๕๑๔ ในโรงเรียนประถมสาธิตแห่งหนึ่ง จำนวน ๖๘ คน และในโรงเรียนรัฐบาลอีกแห่งหนึ่ง จำนวน ๑๓๖ คน

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าหลังจากนักเรียนได้รับบทเรียนแบบสืบสวนสอบสวนแล้ว นักเรียนเองมีความสามารถในการคิดแบบสืบสวนสอบสวนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความถนัดทางการเรียนและความรับผิดชอบไม่ปรากฏว่าดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญระหว่างตัวแปรทั้งสามไม่ว่าโดยเส้นตรงหรือเส้นโค้ง

งานวิจัยขั้นสุดท้ายเป็นการศึกษาเรื่องการประสมการสอนแบบสืบสวนสอบสวนด้วยวิธีสืบสวน การสร้างสรรค์ การควบคุมภายใน—ภายนอก ทำโดย บำรุง บุญยงค์ (บำรุง, ๒๕๑๔) มีวัตถุประสงค์ ๓ ประการ ๑) หาความสัมพันธ์ระหว่างการสืบสวนสอบสวน การสร้างสรรค์ และการควบคุมภายใน—ภายนอก ๒) หาความเที่ยงตรงของเนื้อหาในแบบทดสอบสืบสวนสอบสวน ๓) เปรียบเทียบคะแนนที่ได้สูงขึ้นในแบบทดสอบการสืบสวนสอบสวน การสร้างสรรค์ และการควบคุมภายใน—ภายนอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างมีเด็กหญิง ๓๒ คน เด็กชาย ๔๖ คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในกลุ่มทดลองผู้วิจัยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนที่ประสมประสานลักษณะ ๓ อย่างดังกล่าว ส่วนในกลุ่มควบคุมผู้วิจัยสอนตามแบบเดิม

แบบทดสอบการสร้างสรรค์ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๒ แบบ คือ แบบทดสอบความเหมือน (Similarities) และแบบทดสอบที่มีความหมายในบรรทัด (Line meaning) แบบทดสอบสืบสวนสอบสวน ประกอบด้วยแบบทดสอบการสอนสืบสวนสอบสวนด้วยภาพ (Picture inquiry test) และแบบทดสอบสอบสวนสืบสวนด้วยการใช้คำพูด (Verbal inquiry test) แบบทดสอบอีกชิ้นหนึ่งได้แก่ แบบทดสอบการควบคุมภายใน—ภายนอก

ผลจากการศึกษาปรากฏว่า ๑) การควบคุมภายใน—ภายนอก กับ การสอบสวนสืบสวนสัมพันธ์กันทางบวก แต่ไม่มีนัยสำคัญ ๒) ความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบสอบสวนสืบสวน มีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๐๑ ๓) กลุ่มทดลองมีการตอบโต้ทางการสืบสวนสอบสวน และการควบคุมภายในมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างในสองกลุ่มทางการสร้างสรรค์ ซึ่งวัดจากการตอบโต้ในด้านความคิดที่เป็นของตนเอง (Originality responses)

ภาคผนวก ๒

แบบทดสอบการอนุรักษ์ความยาว (ไม้ ๒ อัน)

ผู้ทดลอง (ใช้ตัวย่อ ผ)

ผู้ถูกทดลอง (ใช้ตัวย่อ ด)

ผู้จัดบันทึก.....

อายุ.....ปี.....เดือน

วันที่...../...../.....

เพศ.....โรงเรียน.....

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๓ ปี
๑. แนะนำอุปกรณ์ - รูปที่ ๑ - ไม้ ๒ อันเท่ากัน _____A _____B	๑)	๑)
๒. รูปที่ ๒ _____A _____B	๒)	๒)
ก) $A \stackrel{?}{=} B$ - ทำไม ?	- เท่ากับ - มันเลื่อนเท่ากัน	- เท่ากัน - ครุทำให้ไม่เท่ากัน (B) สั้นกว่า
ข) $\xrightarrow{\quad} A$ $\xrightarrow{\quad} B$ - ตึกตา A และ B เดินได้ทางเท่า กันไหม? - ทำไม?	- เท่ากัน - มันเดินเท่ากัน	- (B) เดินทางได้ มากกว่า

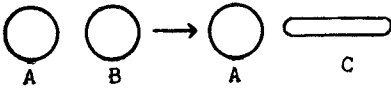
คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๔ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๓ ปี
ก) $\xleftarrow{\quad} A$ $\xleftarrow{\quad} B$ - ตึกตา A และ B เดินได้ทางเท่า กันไหม? - ทำไม? - วางไม้กลับในตำแหน่งเดิม $A \stackrel{?}{=} B$ $\xleftarrow{\quad} A$ $\xleftarrow{\quad} B$ - ทำไม?	- เท่ากัน - เพราะเห็นมันเดิน เท่ากัน - เท่ากัน - มันยาวเท่ากัน	ก) ไม่เท่า ไอ้แกละ (A) มันเดิน ได้มากกว่า - เท่ากัน - ครูทำให้ดูมัน เท่ากัน
๓. รูปที่ ๓ $\xleftarrow{\quad} A$ $\xleftarrow{\quad} B$ ก) $A \stackrel{?}{=} B$ - ทำไม? ข) $\xrightarrow{\quad} A$ $\xrightarrow{\quad} B$ - A และ B เดินได้ทางเท่ากันไหม? - ทำไม? - วางไม้กลับในตำแหน่งเดิม $A \stackrel{?}{=} B$ - ทำไม?	๓) - เท่ากัน - เพราะมันยาวเท่ากัน - เดินเท่ากัน - มันเดินเท่ากัน - เท่า - เพราะมันเดินถึงที่ เท่ากัน	๓) - ไม่เท่า - อันนี้ (B) มันยาว - ไม่เท่ากัน - ไอ้แกละ (A) มัน เดินก่อน - เท่ากัน - ครูทำมันเท่ากัน

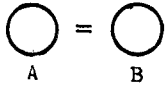
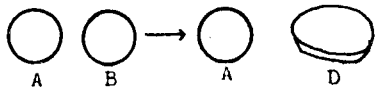
คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๘ ปี
๔. รูปที่ ๔ ก) $A \xrightarrow{\quad\quad\quad} B \xrightarrow{\quad\quad\quad}$ $A \stackrel{?}{=} B$ - ทำไม? ข) $\xrightarrow{\quad\quad\quad} A$ $\xrightarrow{\quad\quad\quad} B$ - A และ B เดินได้ทางเท่ากันไหม? - ทำไม?	๔) - เท่ากัน - เพราะมันยาวเท่ากัน - เดินเท่ากัน - ก็เห็นว่ามันเดินถึงพร้อมกัน	๔) - ไม่เท่ากัน - อันนี้ (A) มันยาวถึงไม่เท่า - ไม่เท่า - ไอ้จุก (B) มันเดินไกล
๕. ให้คาดคะเน ก) สำหรับผู้ตอบถูกมาหมด ๑) $A > B$ - ทำไม? ๒) $B > A$ - ทำไม? ข) สำหรับผู้ที่ตอบผิด ๑) $A > B$ - ทำไม? ๒) $B > A$ - ทำไม? ๓) $A = B$ - ทำไม?		

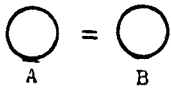
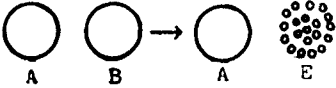
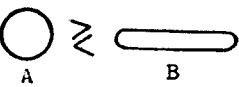
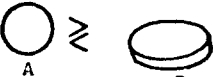
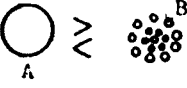
ภาคผนวก ๓

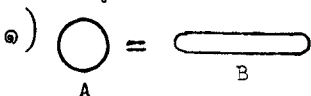
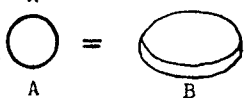
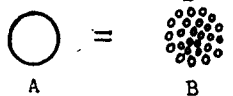
แผนทดสอบการอนุรักษ์มวลสาร

ผู้ทดลอง..... ผู้ถูกทดลอง.....
 ผู้จับบันทึก..... อายุ.....ปี.....เดือน.....
 วันที่...../...../..... เพศ.....
 เวลา..... โรงเรียน.....

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๓ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๗ ปี
๑. แนะนำอุปกรณ์ (ดินน้ำมัน ๒ ก้อนเท่ากัน)  $A = B$	๑)	๑)
๒. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๑ – ใส่กรอก –  – ดินน้ำมัน ๒ ก้อนนี้ (A กับ C) เท่ากันไหม หรือว่าก้อนหนึ่งมากกว่าอีกก้อนหนึ่ง – ทำไม?	๒) – เท่ากัน – เพราะครูทำให้เท่ากัน	๒) – ก้อน A มากกว่าก้อน C – เพราะแบน

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๗ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๓ ปี
๓. ให้คาดคะเน - ถ้าปั้นดินน้ำมันรูปไข่กรอกกลับไป เป็นรูปกลม แล้วมันจะเท่ากับ ดินน้ำมันอีกก้อนหนึ่ง (A) ไหม? - ทำไม? - เปลี่ยนดินน้ำมันกลับมาในรูป 	๓) - เท่ากัน - ไม่ทราบ	๓) - เท่ากัน - เพราะครูปั้น
๔. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๒ - กลมแบน -  - ดินน้ำมัน ๒ ก้อนนี้ (A กับ D) เท่ากันไหม หรือว่าก้อนหนึ่งมาก กว่าอีกก้อนหนึ่ง? - ทำไม?	๔) - เท่ากัน - เพราะทั้งสองก้อน ทำให้เท่ากันแล้ว	๔) - ก้อนกลมมีดินมาก กว่า - เพราะอีกก้อนแบน
๕. ให้คาดคะเน - ถ้าปั้นดินน้ำมันรูปกลมแบนกลับ ไปเป็นรูปกลมแล้วมันจะเท่ากับ ดินน้ำมันอีกก้อนหนึ่ง (A) ไหม? - ทำไม?	๕) - เท่ากัน - ไม่ทราบ	๕) - เท่า - กลมเหมือนกัน

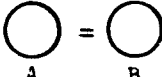
คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๗ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๓ ปี
– เปลี่ยนดินน้ำมันกลับมาในรูป  ๖. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๓ – ชนเล็กๆ  – ดินน้ำมันก้อนนี้และกองนี้ (A กับ E) เท่ากันไหม หรือว่ามีอันไหนมากกว่ากัน – ทำไม? ๗. แน่ในทางตรงกันข้าม ก. สำหรับผู้ที่ตอบถูกมาหมด ๑)  หรือ ๒)  หรือ ๓) 	๖) – เท่ากันทั้งสองกอง – บอกไม่ถูก	๖) – ไม่เท่า กอง A ใหญ่กว่ากอง E -- กอง E มีแต่ก้อนเล็กๆ

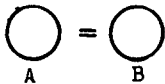
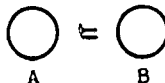
คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๗ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๓ ปี
ข. สำหรับผู้ที่ตอบผิด (ข้อใดข้อหนึ่ง) ๑)  หรือ ๒)  หรือ ๓)  (เฉพาะข้อที่เด็กตอบผิด)		

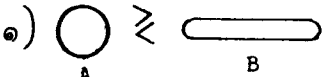
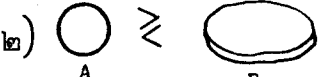
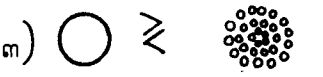
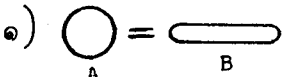
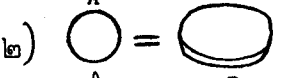
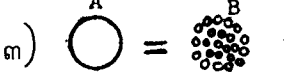
ภาคผนวก ๔

แบบทดสอบการอนุรักษ์น้ำหนัก

ผู้ทดลอง..... ผู้ถูกทดลอง.....
 ผู้จัดบันทึก..... อายุ.....ปี.....เดือน.....
 วันที่...../...../..... เพศ.....
 เวลา..... โรงเรียน.....

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๘ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๘ ปี
๑. แนะนำอุปกรณ์ - ตาชั่ง - คินน้ำมัน ๒ ก้อนเท่ากัน 	๑)	๑)
๒. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๑ - ใส่กรอก  - คินน้ำมัน ๒ ก้อนนี้ (A กับ C) หนักเท่ากันไหม หรือก้อนหนึ่งหนักกว่าอีกก้อนหนึ่ง - ทำไม?	๒) สองก้อนหนักเท่ากัน เพราะมันหนักเท่ากันอยู่แล้วเมื่อซั่ง	๒) ไม่เท่า ก้อนยาวหนักกว่า อัน (C) มันยาว
๓. ให้คาดคะเน - ถ้าปั้นคินน้ำมันรูปใส่กรอกกลับไปเป็นรูปกลมแล้ว มันจะหนักเท่ากันกับอีกก้อนหนึ่ง (A) ไหม?	๓) เท่ากัน	๓) เท่ากัน

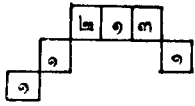
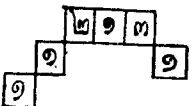
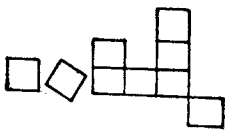
คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๘ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๕ ปี
– ทำไม – เปลี่ยนดินน้ำมันกลับมาในรูป  ๔. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๒ – กลมแบน  – ดินน้ำมัน ๒ ก้อนนี้ (A กับ D) หนักเท่ากันไหม หรือว่าก้อนหนึ่งหนักกว่าอีกก้อนหนึ่ง – ทำไม? ๕. ให้คาดคะเน – ถ้าปั้นดินน้ำมันรูปกลมแบนกลับไปเป็นรูปกลมแล้ว มันจะหนักเท่ากันกับอีกก้อนหนึ่งไหม? – ทำไม? – เปลี่ยนดินน้ำมันกลับมาในรูป  ๖. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๓ – ชื้นเล็ก ๆ 	มันหนักเท่ากันอยู่แล้ว ๔) เท่ากัน มันหนักเท่ากันอยู่แล้ว ๕) เท่ากัน มันหนักเท่ากันอยู่แล้ว ๖)	มันกลมเหมือนกันเท่ากัน ๕) ไม่เท่า (ซึ่งที่ก้อน D ว่าหนักกว่า) มันแบน ๕) เท่ากัน มันกลมเหมือนกัน ๖)

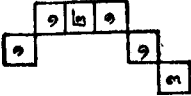
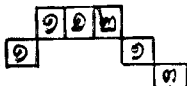
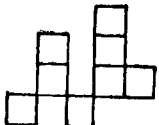
คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๘ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๔ ปี
– กินน้ำมันก๊วนและกอน (A กับ E) เท่ากันไหม หรือว่าอันไหนมากกว่ากัน – ทำไม? ๗. แนวในทางตรงกันข้าม ก. สำหรับผู้ที่ตอบถูกมาหมด ๑)  หรือ ๒)  หรือ ๓)  (ข้อใดข้อหนึ่ง) ข. สำหรับผู้ที่ตอบผิด ๑)  หรือ ๒)  หรือ ๓)  (เฉพาะข้อที่เด็กตอบผิด)	เท่ากัน เพราะหนักเท่ากันตั้งแต่แรกแล้ว	ไม่เท่า (ซึ่งกอง E ว่ามากกว่า) มันเป็นชิ้น ๆ มากกว่า

ภาคผนวก ๕

แบบทดสอบภาพการคิดในสมอง (ภาพนิ่ง)

ผู้ทดลอง..... ผู้ถูกทดลอง.....
 ผู้จัดบันทึก..... อายุ.....ปี.....เดือน.....
 วันที่...../...../..... เพศ.....
 เวลา..... โรงเรียน.....

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๒ ปี
๑. แนะนำอุปกรณ์ - ไม้บล็อก ☐	๑)	๑)
๒. วางไม้บล็อกในแบบ 	๒) 	๒) 
- โหนดหลอดวางไม้บล็อกให้เหมือนกับที่ครูวางนี้ (เมื่อเด็กวางได้เหมือนกับแบบแล้วจึงรวบไม้บล็อกทั้งหมดเอามาวางรวมไว้หน้าเด็ก)		
๓. วางไม้บล็อกโดยไม่มีแบบให้ดู - โหนดหลอดวางไม้บล็อกใหม่ ให้เหมือนกับที่หนูวางเมื่อสักครู่นี้	๓)	๓)

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๒ ปี
๔. วางไม้บล็อกในแบบ  - หนูดูไม้บล็อกที่ครูวางไว้ให้คิดนะ (ให้ดูนานประมาณ ๒๕ วินาที แล้วจึงรวบไม้บล็อก) - หนูช่วยวางไม้บล็อกให้เหมือนกับ ที่ครูวางเมื่อก่อนซิ	๔) 	๔) 

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบการรวมประเภท (ดอกไม้)

ผู้ทดลอง..... ผู้ถูกทดลอง.....
 ผู้จับบันทึก..... อายุ.....ปี.....เดือน.....
 วันที่...../...../..... เพศ.....
 เวลา..... โรงเรียน.....

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๗ ปี
๑. แนะนำอุปกรณ์ - ดอกกุหลาบพลาสติก ๑๐ ดอก - ดอกบัวพลาสติก ๒ ดอก	๑)	๑)
๒. แนะนำให้เด็กรู้จักชื่อของดอกไม้ (ถ้าเด็กไม่รู้จัก อาจใช้เรียกชื่อสีของดอกไม้แทนก็ได้) - เราเรียกทั้งหมดนี้ว่าอะไร? - กุหลาบเป็นดอกไม้หรือเปล่า? - และดอกบัวล่ะเป็นดอกไม้หรือไม่? - ทั้งหมดนี้เราเรียกว่าเป็นชื่ออะไร?	๒) - ดอกบัวกับดอกกุหลาบ - เป็น - เป็น - ชื่อดอกกุหลาบกับดอกบัว (E ทวนว่า “ชื่อดอกไม้”)	๒)
๓. ในกำ (ช่อ) นี้มีดอกกุหลาบมากกว่าหรือดอกไม้มากกว่า?	๓) ดอกไม้	๓) มีดอกกุหลาบมากกว่า

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๗ ปี
ก. ถ้าเด็กตอบว่ามีดอกไม้มากกว่า ครูก็จะซักถามเพื่อให้แน่ใจในคำตอบนี้ เช่นถามว่า — ทำไมถึงว่ามีดอกไม้มากกว่า? (คำว่าดอกไม้หมายถึงดอกไม้ทั้งหมด/ดอกไม้ทั้งหมด ไม่ใช่มีแต่ดอกกุหลาบอย่างเดียว) ข. ถ้าเด็กตอบว่า มีดอกกุหลาบมากกว่า ครูจะซักถามต่อไปว่า — ทำไมดอกกุหลาบจึงมีมากกว่าดอกไม้? (เด็กมีความเข้าใจในคำว่า “ดอกไม้” ว่าเป็นอะไร) ค. ถ้าเด็กตอบอย่างอื่นก็แสดงว่าเด็กไม่เข้าใจในคำถาม ดังนั้นจึงต้องถามใหม่ แล้วดำเนินการตามข้อ ก. กับข้อ ข.	เพราะดอกกุหลาบก็เป็นดอกไม้ ดอกบัวก็เป็นดอกไม้	เพราะว่ามันมากกว่า
๔. เด็ก ๒ คนต้องการทำดอกไม้ให้เป็นชื่อข้อหนึ่ง ดังนั้นครูจึงให้ดอกกุหลาบทั้งหมดแก่เด็กคนแรก เด็กคนนั้นเอาไปกำและส่งคืนให้ครู แล้วครูให้ดอกไม้ทั้งหมดแก่เด็กคนที่ ๒ เขาเอาไปกำแล้วส่งคืนให้ครู ใครจะมีชื่อใหญ่กว่ากัน เด็กคนแรก หรือเด็กคนที่สอง	๔) คนที่สอง	๔) คนที่หนึ่งได้มากกว่า

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๗ ปี
— ทำไม? (ผู้ทดลองจะซักถามเพื่อความแน่ใจในคำตอบของเด็ก ถ้าเด็กไม่เข้าใจคำถาม ผู้ทดลองจะถามซ้ำใหม่ โดยจะหยุดถามเป็นตอน ๆ ก็จะหยุดหลังจากพูดถึงเด็กคนแรกแล้วถามว่า “เด็กคนแรกได้อะไร?” แล้วจึงพูดถึงเด็กคนที่สองแล้วถามว่า “เด็กคนที่สองได้อะไร?” แล้วจึงถามต่อไปว่า “ใครมีช็อคโกแลตมากกว่ากัน?”) ๕. ถ้าครูให้ช็อคโกแลตแก่หนูทั้งหมดจะเหลืออะไรอยู่ในช้อน? — ทำไม? — และถ้าครูให้ช็อคโกแลตแก่หนูทั้งหมด จะมีช็อคโกแลตเหลืออยู่ในช้อน? — ทำไม?	เพราะได้ช็อคโกแลตรวมกันหมด คนที่หนึ่งได้แก่ช็อคโกแลต ๕) ช็อคโกแลต ไม่เหลืออะไร เพราะครูให้หมดเลย	เพราะว่าได้มากกว่า ๕) ตอนแรกตอบว่าไม่เหลือ แต่พอถามซ้ำตอบว่า เหลือช็อคโกแลต เพราะว่าในมือครูเหลือช็อคโกแลต ไม่เหลือ เพราะว่าช็อคโกแลตไม่เหลือ

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๗ ปี
๖. ในโลกนี้ หนูคิดว่ามีดอกกุหลาบมากกว่า หรือมีดอกไม้มากกว่า? — ทำไม? (เมื่อถามจบแล้ว ผู้ทดลองอาจจะกลับไปถามในคำถามตอนต้นๆ ใหม่ ซึ่งคิดว่าเด็กยังไม่เข้าใจก็ได้ ทั้งนี้เพื่อจะพิสูจน์ให้แน่ใจว่าเด็กรู้หรือไม่รู้จริงๆ)	๖) ดอกไม้มากกว่า เพราะดอกอะไรๆ ก็เป็นดอกไม้ทั้งนั้น	๖) มีดอกกุหลาบมากกว่า เพราะหนูรู้ว่า มีดอกกุหลาบมากกว่า

ภาคผนวก ๗

แบบทดสอบการรวมประเภท (สัตว์)

ผู้ทดลอง..... ผู้ถูกทดลอง.....
 ผู้จับบันทึก..... อายุ.....ปี.....เดือน.....
 วันที่...../...../..... เพศ.....
 เวลา..... โรงเรียน.....

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๖ ปี
๑. แนะนำอุปกรณ์ - รูปนกแก้ว ๕ แผ่น - รูปนกสีน้ำตาล ๕ แผ่น - รูปควาย ๕ แผ่น - รูปหอย ๑ แผ่น - รูปต้นข้าว ๑ แผ่น - รูปสัตว์ ๔ เท้า ชนิดต่าง ๆ ๔ แผ่น - รูปนกชนิดต่าง ๆ รวมทั้งไก่ ๔ แผ่น - แผ่นกระดาษเขียนชื่อกลุ่มของสัตว์ ซึ่งได้แก่ นกแก้ว นก และสัตว์	๑)	๑)
๒. แนะนำชื่อ และแยกรูปออกเป็นพวก - หนูรู้จักภาพเหล่านี้ไหม? ไหนลอง บอกชื่อซิ (ถ้าเด็กไม่รู้จักครูต้อง บอกชื่อให้เด็กทราบ)	๒)	๒)

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่สัมผัสกับ เพศหญิง อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่สัมผัสกับ เพศชาย อายุ ๗.๖ ปี
- ไทน์หนูลองแยกรูปทั้งหมดคนออก เป็นพวก ๆ ซิ (ส่วนภาพที่เหลือครูแยกออก) - หนูลองวางชื่อ (แผ่นกระดาษที่มีชื่อกลุ่ม) ให้ตรงกับกองของมันซิ (ถ้าเด็กอ่านไม่ได้ ครูอ่านให้ฟัง แล้วให้เด็กวาง)		
๓. เอรูปนกแก้ว ๑ แผ่น ไปไว้ในกองนก - ถ้าครูเอรูปน (นกแก้ว) ใส่ไปในกองนี้ (นกจะยังเรียกว่าเป็นกองนกได้ไหม?) - ทำไม?	๓) ได้ เป็นนกเหมือนกัน	๓) ไม่ได้ เพราะเอนกแก้วไปวาง
๔. เอรูปนก ๑ แผ่น ไปใส่ในกองสัตว์ - ถ้าครูเอรูปน (นก) เอาไปใส่ในกองนี้ (สัตว์) ครูจะยังเรียกว่าเป็นกองสัตว์ได้ไหม? - ทำไม?	๔) ได้ นกก็เป็นสัตว์เหมือนกัน	๔) ไม่ได้ เพราะหยิบนกมาใส่
๕. เอรูปนก ๑ แผ่น ไปใส่ในกองนกแก้ว - ถ้าครูเอรูปน (นก) ไปใส่ในกองนี้ (นกแก้ว) แล้วจะเรียกว่าเป็นกองนกได้ไหม?	๕) ได้	๕) ไม่ได้

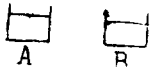
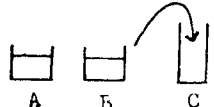
คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๖ ปี
— ทำไม?	เป็นนกเหมือนกันอยู่แล้ว	เพราะหีบนกมาใส่
๖. เอารูปสัตว์ ๑ แผ่น ไปใส่ในกองนก	๖)	๖)
— ครูเอารูปนี้ (สัตว์) ไปใส่ในกองนี้ (นก) จะเรียกว่าเป็นกองนกได้ไหม?	ไม่ได้	ไม่ได้
— ทำไม?	เพราะกลัวไม่ใช่นก	เพราะหีบกองนี้ (สัตว์) มาใส่กองนี้ (นก)
๗. ในโลกนี้ทั้งหมด สมมุติว่ามีนายพรานคนหนึ่งพูดว่าเขาจะฆ่านกแก้วทั้งหมดในโลก แล้วจะมีนกเหลือไหม?	๗)	๗)
— ทำไม?	เหลือ มีนกธรรมชาติเหลือ	ไม่เหลือ เพราะเขาฆ่าตายหมด
๘. และถ้าเขาฆ่านกทั้งหมด จะมีนกแก้วเหลืออยู่ไหม?	๘) ไม่เหลือ	๘) เหลือ
— ทำไม?	เพราะนกแก้วก็เป็นนก	เพราะเขาไม่อยากจะฆ่านกแก้ว
๙. ที่นายพรานพูดว่า เขาจะฆ่าสัตว์ทั้งหมด จะมีนกเหลืออยู่อีกไหม?	๙) ไม่เหลือ	๙) เหลือ
— ทำไม?	เพราะนกถูกฆ่าด้วยไม่มีอีก	เพราะสัตว์ตายหมดเลยเหลือนก

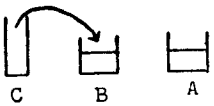
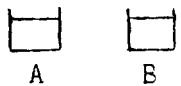
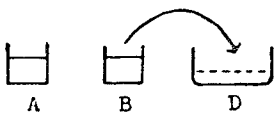
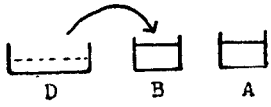
คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๕ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๖ ปี
๑๐. ในโลกนี้มีนกแก้วมากกว่า หรือมีนกมากกว่า — ทำไม?	๑๐) นกมากกว่า นกแก้วก็เป็นนก	๑๐) นกแก้ว เพราะว่ามันบินมา
๑๑. บนโต๊ะมีสัตว์มากกว่า หรือมีนกกมากกว่า — ทำไม?	๑๑) นกมากกว่า นกมีทุกชนิด	๑๑) นก เพราะเอานกมารวมกันได้เลยอะ
(เมื่อถามจบแล้ว ผู้ทดลองอาจจะกลับไปถามในคำถามตอนต้นๆ ใหม่ ซึ่งคิดว่าเด็กยังไม่เข้าใจก็ได้ ทั้งนี้เพื่อจะพิสูจน์ให้แน่ใจว่าเด็กรู้หรือไม่รู้จริงๆ)		

ภาคผนวก ๘

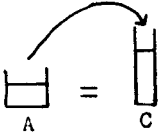
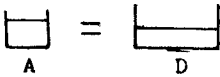
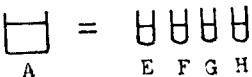
แบบทดสอบการอนุรักษ์ของเหลว (ปริมาณ)

ผู้ทดลอง..... ผู้ถูกทดลอง.....
 ผู้จัดบันทึก..... อายุ.....ปี.....เดือน.....
 วันที่...../...../..... เพศ.....
 เวลา..... โรงเรียน.....

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๘ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๕ ปี
๑. แนะนำอุปกรณ์  - $A = B$ - ทำไม? - ถ้าเด็กตอบว่า $A \neq B$ ก็ให้เขาทำ ให้เท่ากัน	๑) เท่ากัน (เด็กชี้ว่าเท่ากัน)	๑) เท่ากัน ครูเท
๒. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๑  - น้ำใน ๒ แก้วนี้ (A กับ C) เท่า กันไหม? หรือว่าน้ำในแก้วหนึ่ง มากกว่าน้ำในอีกแก้วหนึ่ง - ทำไม?	๒) น้ำในแก้ว C สูงกว่า A เพราะแก้ว C สูงกว่า จึงจุน้ำมากกว่า	๒) น้ำในแก้วสูงกว่า อันนี้ (C) มันสูงกว่า

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๘ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๕ ปี
๓. ให้คาดคะเน  – ถ้ายรินน้ำจากแก้วนี้ (C) กลับมาในแก้วนี้ (B) แล้ว มันจะเท่ากับน้ำในแก้ว A ไหม? – ทำไม? หน้า 	๓) น้ำจะเท่ากัน เพราะแก้ว A กับแก้ว B ใหญ่เท่ากัน	๓) เท่ากัน ทดลองไปก็เท่ากัน
๔. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๒  – น้ำใน ๒ แก้วนี้ (B กับ D) เท่ากันไหม? หรือน้ำในแก้วหนึ่งมากกว่าน้ำในอีกแก้วหนึ่ง – ทำไม?	๔) เท่ากัน น้ำในแก้ว D มากกว่า เพราะอ้วนกว่า	๔) น้ำในแก้วใหญ่มากกว่า ครูเท
๕. ให้คาดคะเน 	๕)	๕)

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๘ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๔ ปี
– ถ้าน้ำจากแก้ว (D) กลับมาในแก้ว (B) แล้ว มันจะเท่ากับน้ำในแก้ว A ไหม? – ทำไม? $\square$ $\square$ A B	เท่ากัน เพราะแก้ว A กับแก้ว B เท่ากัน	เท่ากัน สองอันมันเท่ากัน
๖. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๓ $\square$ $\square$ $\equiv$ $\equiv$ $\equiv$ $\equiv$ A B E F G H – น้ำในแก้ว (A) และน้ำ ๔ แก้ว (E+F+G+H) เท่ากันไหม? หรือว่าแก้วไหนมีน้ำมากกว่ากัน – ทำไม?	๖) น้ำในแก้ว A และในแก้ว E, F, G, H เท่ากัน เพราะถ้าเอาน้ำในแก้วเล็ก ๔ ใบเทลงในแก้วใหญ่ ก็จะมีน้ำเท่าในแก้ว A	๖) น้ำ ๔ แก้วมากกว่า มีหลายใบ
๗. แฉะในทางตรงกันข้าม ก. สำหรับผู้ตอบถูกมาหมด ๑. $\equiv$ $\leq$ $\square$ A C ๒. $\equiv$ $\leq$ $\square$ A D		

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๘ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศชาย อายุ ๗.๕ ปี
ข. สำหรับผู้ที่ตอบผิด ๑.  ๒.  ๓. 		

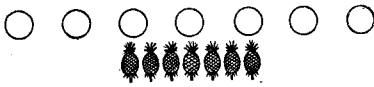
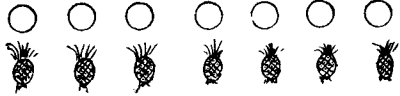
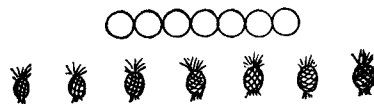
ภาคผนวก ๙

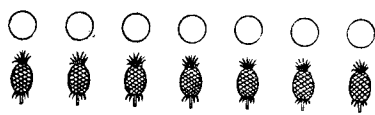
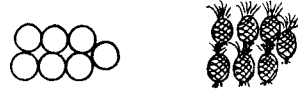
แบบทดสอบจับคู่หนึ่งต่อหนึ่ง*

ผู้ทดลอง (ใช้ตัวย่อ ผ) ผู้ถูกทดลอง (ใช้ตัวย่อ ด)
 ผู้จัดบันทึก อายุ.....ปี.....เดือน
 วันที่...../...../..... เพศ.....
 เวลา..... โรงเรียน.....

* แบบทดสอบนี้ใช้เป็นเครื่องมือให้เด็กกับผู้ทดลองเกิดความคุ้นเคยกัน เพราะฉะนั้น จะไม่มีการใช้คะแนนจากแบบทดสอบนี้

คำถาม/การกระทำของผู้ถูกทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๑ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๖.๒ ปี
๑. แนะนำอุปกรณ์ - กระตัง ๑๐ ใบ - สับประต ๒๐ ลูก (ผู้ทดลองวางกระตัง ๗ ใบ ตรงหน้าเด็ก ให้มีระยะห่างกัน ๑" แล้วให้ผู้ถูกทดลองวางสับประตให้มีจำนวนเท่ากับกระตัง) ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○  - กระตังกับสับประตมีจำนวนเท่ากันไหม? หรือว่ามีกระตังมากกว่า หรือมีสับประตมากกว่า? - ทำไม? - ถ้าเด็กตอบว่าไม่เท่ากัน ก็ให้เขาทำให้เท่ากันก่อน	๑) เท่ากัน เพราะมี ๗ อันเท่ากัน	๑) สับประตมากกว่า เพราะกระตังเล็ก

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๑ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๖.๒ ปี
๒. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๑  — กระดิ่งกับสับปะรดมีจำนวนเท่ากันไหม? หรือว่ามีกระดิ่งมากกว่า หรือมีสับปะรดมากกว่า — ทำไม? หรือรู้ได้อย่างไร?	๒) สับปะรดมากกว่า เพราะไม่เท่ากัน	๒) ไม่เท่า กระดิ่งใหญ่กว่า
๓. ให้คาดคะเน  — ถ้าเลื่อนสับปะรดกลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิมแล้ว กระดิ่งกับสับปะรดจะยังมีจำนวนเท่ากันไหม? หรือว่ามีกระดิ่งมากกว่า? หรือว่ามีสับปะรดมากกว่า? — ทำไม?	๓) เท่ากัน เพราะมีอย่างละ ๗ อัน	๓) เท่ากัน เพราะกระดิ่งเล็กกว่า
๔. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๒  — กระดิ่งกับสับปะรดมีจำนวนเท่ากันไหม? หรือว่ามีสับปะรดมากกว่า หรือว่ามีกระดิ่งมากกว่า? — ทำไม?	๔) กระดิ่งมากกว่า เพราะกระดิ่งไม่ตรงกับสับปะรด	๔) ไม่เท่า เพราะกระดิ่งรวมใหญ่กว่า

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง (ตัวอย่าง)	
	เด็กที่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๗.๑ ปี	เด็กที่ไม่มีสังกัด เพศหญิง อายุ ๖.๒ ปี
๕. ให้กากกะเน  – ถ้าเลื่อนสับปะรดกลับมาในตำแหน่งเดิมแล้ว กระตังกับสับปะรดจะมีจำนวนเท่ากันไหม? – ทำไม?	๕) เท่ากัน เพราะรวมกัน	๕) ไม่เท่า เพราะกระตังเล็ก
๖. เปลี่ยนรูปครั้งที่ ๓  – กระตังกับสับปะรดมีจำนวนเท่ากันไหม? หรือว่ามีสับปะรดมากกว่า? หรือว่ามีกระตังมากกว่า? – ทำไม?		

ภาคผนวก ๑๐

สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑

ชื่อ.....โรงเรียน.....

คำชี้แจง คำถามแต่ละข้อต่อไปนี้ ถ้านักเรียนพิจารณาว่าข้อใดถูกต้องที่สุด ให้เขียนเครื่องหมาย × ทับบนข้อ ก. หรือ ข. หรือ ค.

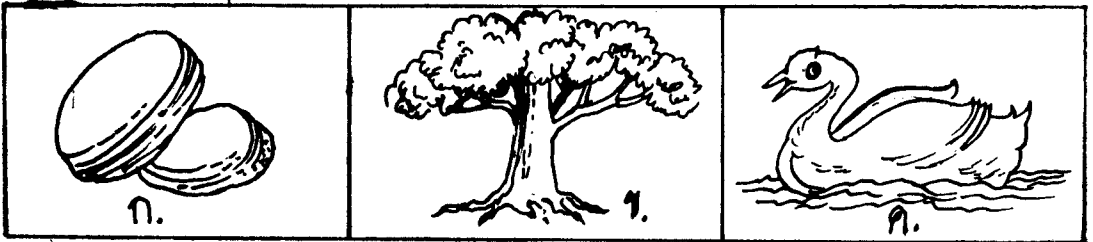
ตัวอย่าง แมวมีกี่ขา ?

ก. ๒ ขา

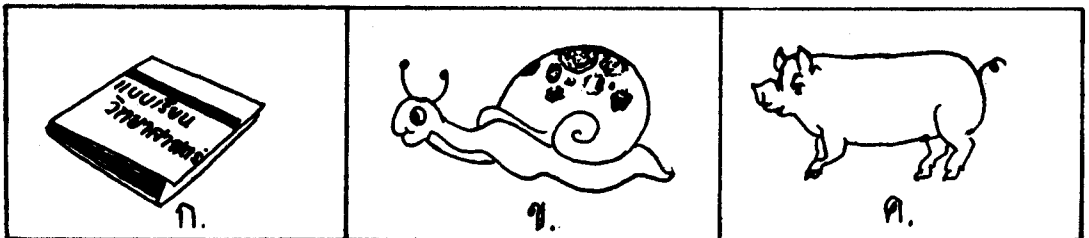
ข. ๓ ขา

ค. ๔ ขา

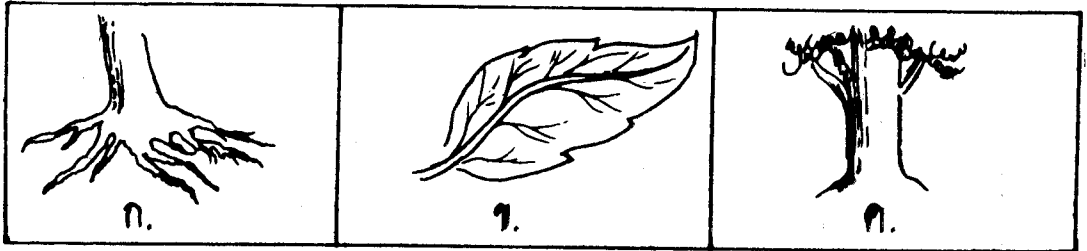
ข้อ ๑. สิ่งใดที่ไม่มีชีวิต ?



ข้อ ๒. สิ่งใดไม่ใช่สัตว์ ?



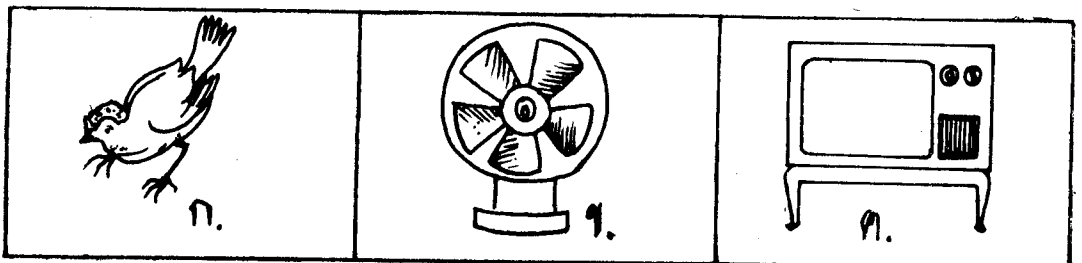
ข้อ ๓. พืชหายใจทางไหน ?



ข้อ ๔. อะไรต่อไปนี้เป็นพืช ?



ข้อ ๕. อะไรต่อไปนี้มีชีวิต ?



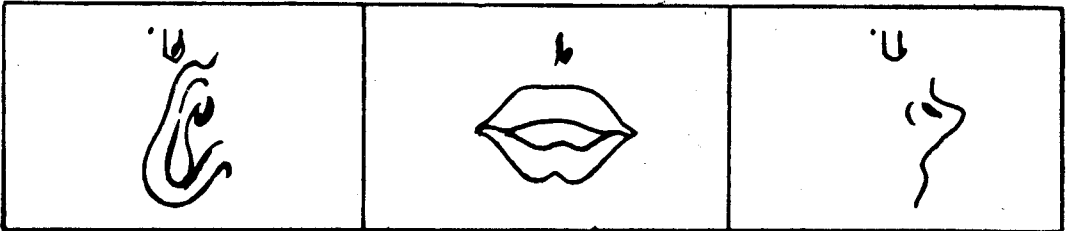
ข้อ ๖. ต้นไม้พยายามชูกิ่งไปหาแสงแดดเพราะเหตุใดต่อไปนี้เป็น

- ก. แสงแดดจำเป็นแก่ต้นไม้
- ข. ต้นไม้ชอบแสงแดด
- ค. ต้นไม้รู้สึกอุ่นสบาย

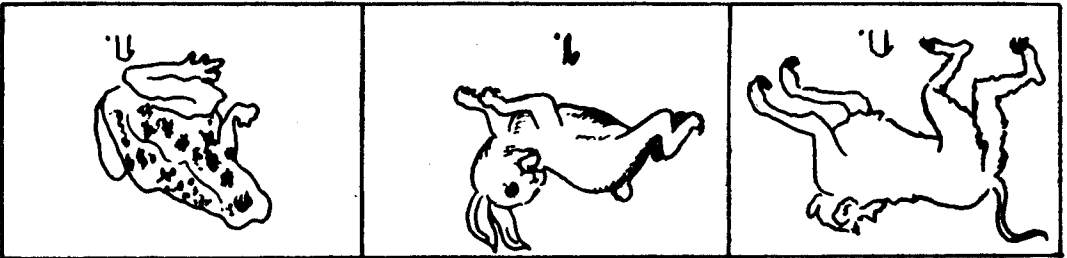
ข้อ ๗. สัตว์อะไรที่มีประโยชน์ต่อคนน้อยที่สุด ?

- ก. นก
- ข. ผึ้ง
- ค. แมลงวัน

ข้อ ๘. ภาพของพืชที่นำมากลั่นยาสมุนไพรในตำรายาไทย



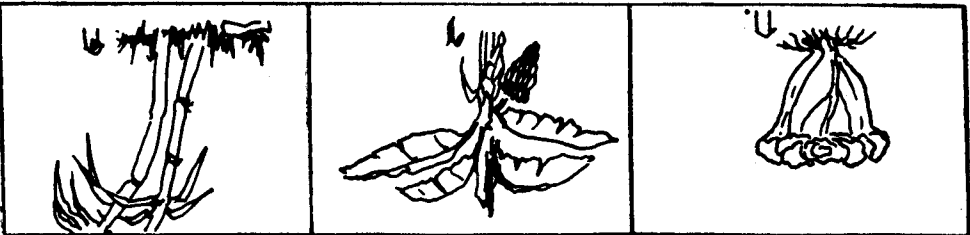
ข้อ ๙. ภาพของสัตว์ที่นำมากลั่นยาสมุนไพรในตำรายาไทย



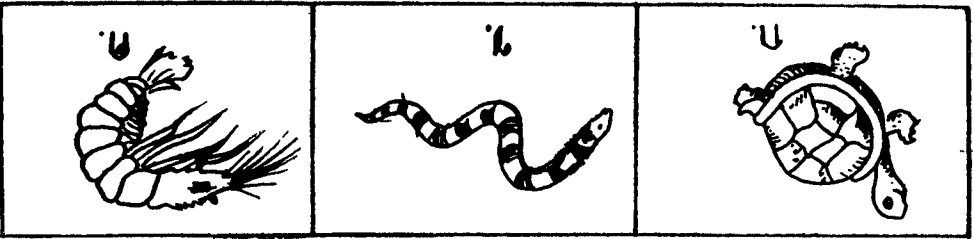
ข้อ ๑๐. ภาพในตู้ไม้ที่ได้ออกมาจากตู้ไม้

- ก. ตู้ไม้
- ข. มะละกอ
- ค. เงาะ

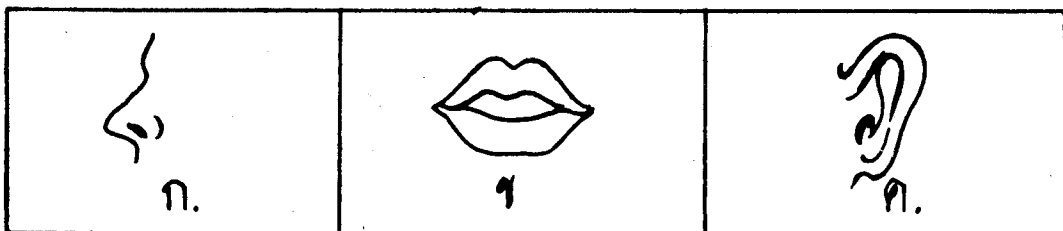
ข้อ ๑๑. ภาพของพืชที่นำมากลั่นยาสมุนไพรในตำรายาไทย



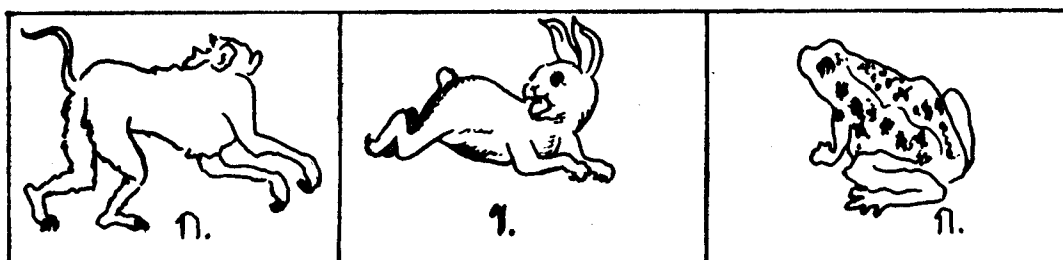
ข้อ ๑๒. ภาพของสัตว์ที่นำมากลั่นยาสมุนไพรในตำรายาไทย



ข้อ ๘. รากของพืชทำหน้าที่คล้ายกับส่วนใดของคน



ข้อ ๙. สัตว์อะไรต่อไปนี้ได้ออกลูกเป็นไข่?



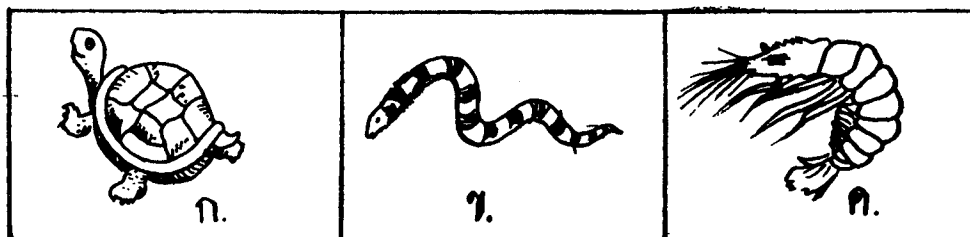
ข้อ ๑๐. ต้นไม้ชนิดใดออกผลตลอดปี?

- ก. ลำไย
- ข. มะละกอ
- ค. เงาะ

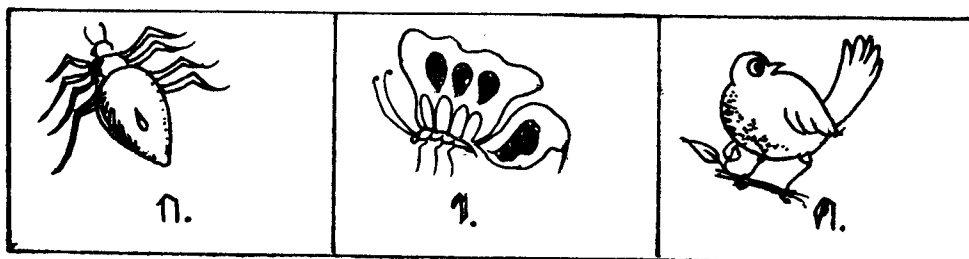
ข้อ ๑๑. ต้นอะไรต่อไปนี้ที่ใช้เมล็ดปลูก?



ข้อ ๑๒. อะไรเป็นสัตว์เลื้อยคลาน?



ข้อ ๑๓. อะไรต่อไปนี้เป็นแมลง?



ข้อ ๑๔. ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศไหน?

- ก. ตะวันออก
- ข. ใต้
- ค. เหนือ

ข้อ ๑๕. แสงแดดมาจากไหน?

- ก. โลก
- ข. ดวงอาทิตย์
- ค. ดวงดาว

ข้อ ๑๖. ทำไมเราจึงเห็นดาวในเวลากลางคืน?

- ก. เพราะไม่มีเมฆบัง
- ข. เพราะไม่มีแสงอาทิตย์
- ค. เพราะดาวอยู่ใกล้

ข้อ ๑๗. เวลามืดดวงอาทิตย์อยู่ทางทิศไหน?

- ก. ตะวันออก
- ข. ตะวันตก
- ค. ใต้

ข้อ ๑๘. ถ้าดวงอาทิตย์ดับเราจะเป็นอย่างไร?

- ก. หนาว
- ข. เย็นสบาย
- ค. ตาย

ข้อ ๑๙. สมว่าช่วยทำให้เรารู้สึกอย่างไร ?

ก. หนาวขึ้น

ข. อุ่นขึ้น

ค. เย็นขึ้น

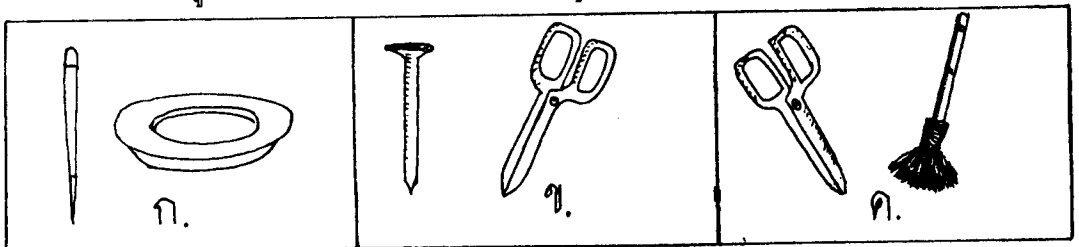
ข้อ ๒๐. ถ้าบ๊าสมนึกยื่นหันหน้าไปทางทิศตะวันตก และกางแขนออก ๒ ข้าง แขน
ขวาจะชี้ไปทางทิศอะไร ?

ก. ตะวันออก

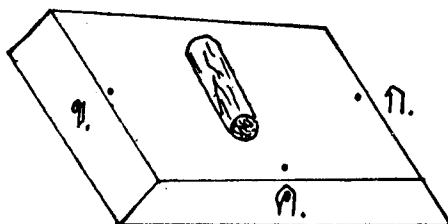
ข. เหนือ

ค. ใต้

ข้อ ๒๑. คู่ใดของสิ่งของต่อไปนี้แม่เหล็กดูดได้ ?



ข้อ ๒๒. ถ้าต้องการให้ขอนไม้กลิ้งจาก ก. ไปหา ข. เราต้องออกแรงผลักทางด้านใด ?



ก. ด้าน ก.

ข. ด้าน ข.

ค. ด้าน ค.

ข้อ ๒๓. ถ้าปีกของเครื่องร่อนขาดไปหนึ่งปีก เครื่องร่อนจะเป็นอย่างไร ?

ก. ถลางไปได้ไกลเหมือนเดิม

ข. ถลางไปเล็กน้อยแล้วก็ตกลงมา

ค. ตกลงมาเลย

ข้อ ๒๔. ลูกโป่งลอยขึ้นได้เพราะเหตุใด ?

ก. เพราะลมพัด

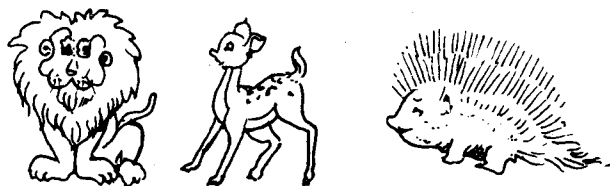
ข. เพราะก๊าซในลูกโป่งเบากว่าอากาศ

ค. เพราะมีแรงผลัก

ข้อ ๒๕. ว่าวลอยสูงขึ้นได้เพราะอะไร ?

- ก. ลม
- ข. อากาศ
- ค. ความเบา

ข้อ ๒๖.



เหมือนกันอย่างไร ?

- ก. คุร้าย
- ข. ตัวใหญ่
- ค. อาศัยอยู่ในป่า

ข้อ ๒๗.



เหมือนกันในข้อใด ?

- ก. เป็นสัตว์เลื้อย
- ข. ออกลูกเป็นไข่
- ค. มีขา



ข้อ ๒๘. จากภาพทั้งสามนี้สรุปได้ว่าอย่างไร ?

- ก. สิ่งมีชีวิตต้องการน้ำ
- ข. คนและสัตว์ต้องการน้ำ
- ค. พืชต้องการน้ำ

ข้อ ๒๙. สัตว์ต่อไปนี้คู่ใดเป็นสัตว์เลี้ยง



ข้อ ๓๐. ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของพืชสวนครัวคืออะไร ?

- ก. ใช้เป็นอาหาร
- ข. ใช้อาศัยร่มเงา
- ค. ใช้ในการตกแต่ง

ข้อ ๓๑. ต้นไม้จะแห้งแล้งที่สุดในฤดูไหน ?

- ก. ฤดูฝน
- ข. ฤดูหนาว
- ค. ฤดูร้อน

ข้อ ๓๒. ถ้านักเรียนปลูกต้นกุหลาบในกระถาง แล้วไม่ยอมรดน้ำ ต้นกุหลาบจะเป็นอย่างไร ?

- ก. เหมือนเดิม
- ข. เหี่ยวตาย
- ค. แคระแกรน

ข้อ ๓๓. คู่ใดของสิ่งต่อไปนี้เกี่ยวข้องกันมากที่สุด

- ก. ลำต้น - การตอน
- ข. ใบ - ประุงอาหาร
- ค. ราก - สีเขียว

ข้อ ๓๔. ถ้าถอนต้นบานชื่นมา ๓ ต้น แล้วเด็ดใบต้นที่ ๑ เด็ดรากต้นที่ ๒ เด็ดยอดต้นที่ ๓ แล้วเอาต้นไม้ทั้งสามนี้ไปปลูกใหม่ ต้นไหนจะตาย

- ก. ต้นที่ ๑
- ข. ต้นที่ ๒
- ค. ต้นที่ ๓

ข้อ ๓๕. สิ่งใดต่อไปนี้ไม่จำเป็นสำหรับพืช

- ก. ดวงจันทร์
- ข. น้ำ
- ค. แสงแดด

ข้อ ๓๖. เหตุใดต้นไม้จึงมีชีวิต

- ก. เคลื่อนที่ได้
- ข. กินอาหารได้
- ค. เติบโตได้

ข้อ ๓๗. สัตว์คู่ใดต่อไปนี้ จำเป็นสำหรับชาวนามากที่สุด

- ก. ช้าง - วัว
- ข. วัว - ควาย
- ค. ช้าง - ควาย

ข้อ ๓๘. ภาพใดวิ่งได้เร็วที่สุด



ก.



ข.



ค.

- ก. ภาพ ก.
- ข. ภาพ ข.
- ค. ภาพ ค.

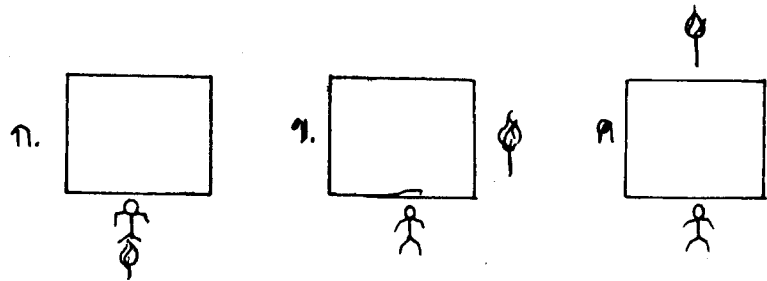
ข้อ ๓๙. ว่ายน้ำอย่างไรต่อไปนี้ จึงจะเหนื่อยน้อยที่สุด

- ก. ว่ายตามน้ำ
- ข. ว่ายทวนน้ำ
- ค. ว่ายในน้ำนิ่ง

ข้อ ๔๐. อะไรที่ไม่ช่วยทำให้ผ้าแห้ง

- ก. สายลม
- ข. แสงแดด
- ค. แสงจันทร์

ข้อ ๔๑. จะเอาไฟไปวางตรงไหน จึงจะได้เงาที่จ่อ?



ก. ภาพ ก.

ข. ภาพ ข.

ค. ภาพ ค.

ข้อ ๔๒. ต้องการตากผ้าให้แห้งเร็ว นักเรียนควรตากผ้าที่ตรงไหน?

ก. ชายคาบ้าน

ข. ใต้ถุนบ้าน

ค. ที่โล่งแจ้ง

ข้อ ๔๓. เราจะใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าหรือตะเกียงเมื่อไร?

ก. เมื่อมืด

ข. เมื่อร้อน

ค. เมื่อเย็น

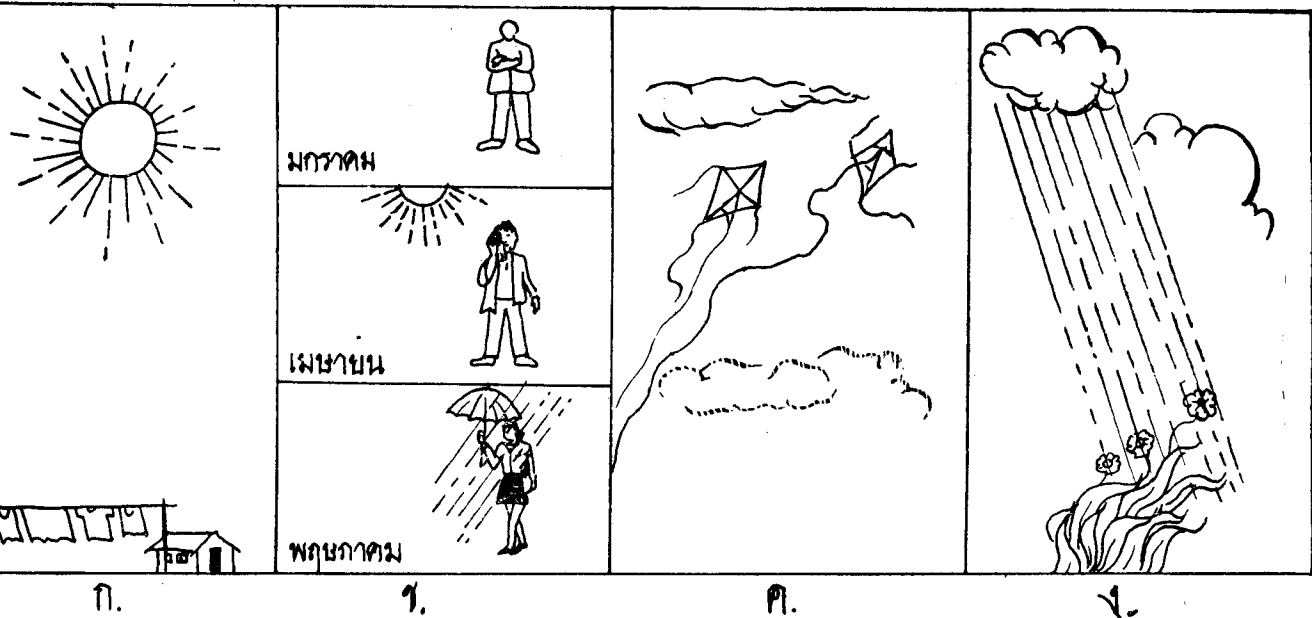
ข้อ ๔๔. ความร้อนของดวงอาทิตย์เทียบได้กับอะไร?

ก. ไฟในเตาหุงข้าว

ข. ไฟตะเกียง

ค. ไม่มีอะไรเทียบได้

คำขั้แจง นักเรียนจงใช้รูปข้างล่างนี้ ตอบคำถามตั้งแต่ข้อ ๔๕ - ๔๗



ข้อ ๔๕. ในรูป ค. ลมฟ้าอากาศจะเป็นอย่างไร ?

- ก. ลมพัดแรง
- ข. ลมพัดอ่อนๆ
- ค. มีพายุ

ข้อ ๔๖. ในรูป ข. แสดงว่าอากาศเป็นอย่างไร ?

- ก. จะมีฝนตก
- ข. ร้อนมาก
- ค. ร้อนนิดหน่อย

ข้อ ๔๗. ในรูปไหนนักเรียนควรใช้ร่มมากที่สุด ?

- ก. รูป ก.
- ข. รูป ค.
- ค. รูป ง.

ข้อ ๔๘. ในรูป ข. แสดงถึงอะไร ?

ก. ปีนึงมีหลายฤดู

ข. คนต้องใช้ร่ม

ค. คนใส่เสื้อผ้าต่างๆ

ข้อ ๔๙. จากรูป ข. อาจสรุปเรื่องดินฟ้าอากาศได้อย่างไร ?

ก. อากาศร้อน

ข. อากาศหนาว

ค. อากาศมีการเปลี่ยนแปลง

ภาคผนวก ๑๑

สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

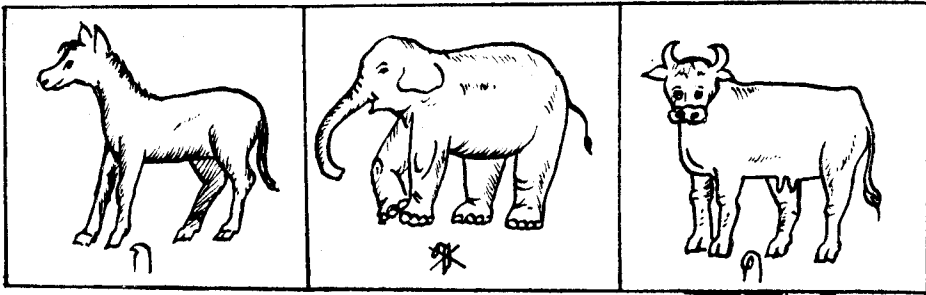
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑

ชื่อ..... โรงเรียน.....

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมาย × ทับบนตัว ก., ข. หรือ ค. ที่นักเรียนเลือกเป็นคำตอบ

ตัวอย่าง

๑. ในรูปสัตว์ตัวไหนใหญ่ที่สุด



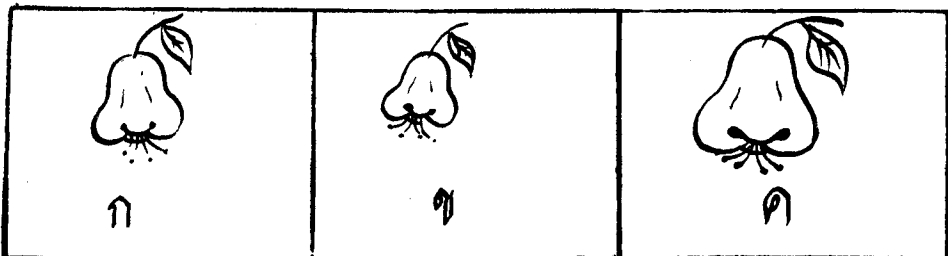
๒. ปีนเดือนกุมภาพันธ์มีกี่วัน

ก. ๒๘

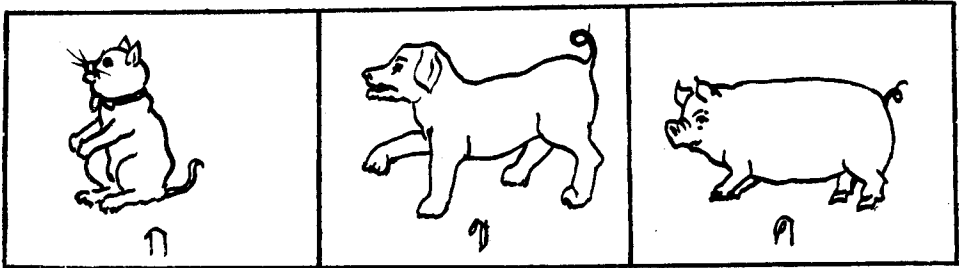
ข. ๒๙

ค. ๓๐

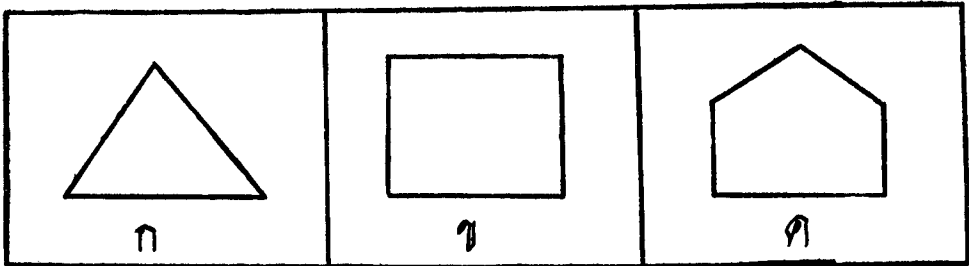
ข้อ ๑. ผลไม้ลูกไหนใหญ่ที่สุด



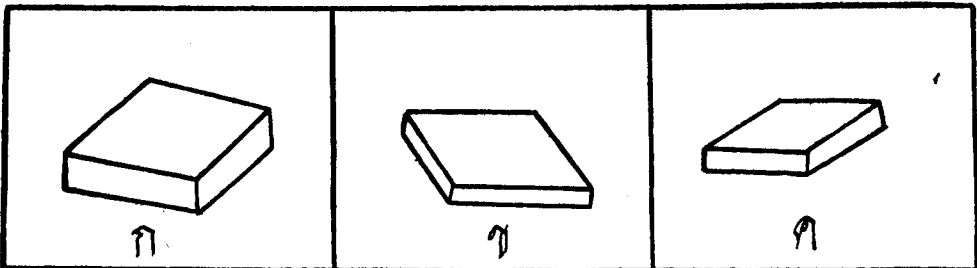
ข้อ ๒. สัตว์ตัวไหนเล็กที่สุด



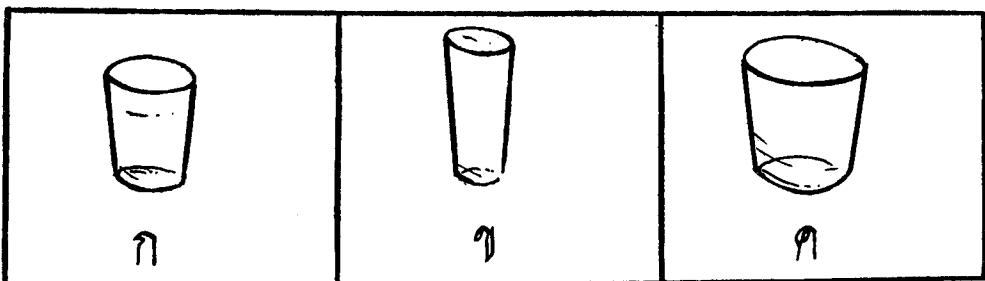
ข้อ ๓. รูปไหนมีสี่ด้าน



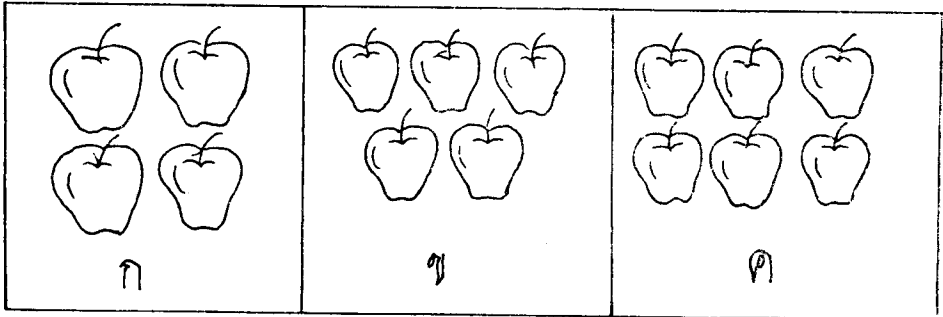
ข้อ ๔. ยางลบแท่งไหนจะใช้ได้นานที่สุด



ข้อ ๕. ถ้านักเรียนจะตักน้ำใส่ถ้วยใหญ่ให้เต็มเร็ว จะเลือกใช้แก้วใบไหน



ข้อ ๖. จำนวนไหนเป็นจำนวนคี่



ข้อ ๗. เลขจำนวนไหนเรียงจากน้อยไปหามาก

ก. ๔, ๑, ๖

ข. ๑, ๖, ๔

ค. ๑, ๔, ๖

ข้อ ๘. เลขจำนวนไหนอ่านว่า “ห้าสิบแปด”

ก. ๕๕

ข. ๕๐๘

ค. ๕๑๘

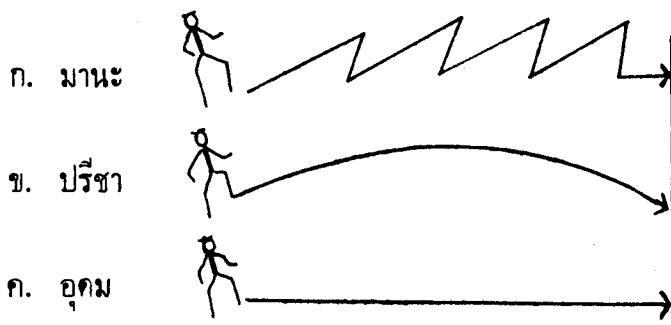
ข้อ ๙. เงินจำนวนไหนจะซื้อขนมได้มากที่สุด

ก. ๐๑ บาท

ข. ๑๐ บาท

ค. ๐๐๑ บาท

ข้อ ๑๐. ถ้ามานะ ปรีชา และอุคม เดินทางไปตามถนนข้างล่างนี้ ใครจะถึงก่อนกัน



ข้อ ๑๑. เลขอะไรอยู่ระหว่าง ๑๔ และ ๑๖

ก. ๑๔

ข. ๑๕

ค. ๑๖

ข้อ ๑๒. แดงมีนก “๘๑ ตัว” ตีมีนก “สิบแปดตัว” ใครมีนกมากกว่ากัน

ก. แดงมีนกมากกว่า

ข. ตีมีนกมากกว่า

ค. ทั้งสองมีนกเท่ากัน

ข้อ ๑๓. ถ้าครูให้นักเรียนทำเลขบวก ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร ?

ก. เพิ่มขึ้น

ข. ลดลง

ค. เท่าเดิม

ข้อ ๑๔. ไก่ ๒ ตัว และหมู ๑ ตัว รวมมีขา

ก. ๖

ข. ๘

ค. ๑๐

ข้อ ๑๕. ฉันมี  เก็บมาอีก  ฉันมีดอกไม้รวมกี่ดอก

ก. ๑๐

ข. ๑๑

ค. ๑๒

ข้อ ๑๖. นายสอนมีไข่  ทำแตกเสีย 

ซื้อมาอีก  นายสอนมีไข่เท่าไร

ก. ๗

ข. ๑๐

ค. ๑๓

ข้อ ๑๗. $๑๕ + ๑๗ = ?$

ก. ๓๑

ข. ๓๒

ค. ๓๓

ข้อ ๑๘. ข้อ  ๑๐ บาท  ๕ บาท แล้วเหลือเงิน ๑๒ บาท จะมี

เงินเท่าไร ?

ก. ๓

ข. ๑๗

ค. ๒๗

ข้อ ๑๙. ถ้าต้องการทำให้จำนวนลดลง ต้องทำวิธีอะไร ?

ก. บวก

ข. ลบ

ค. บวกลบ

ข้อ ๒๐. $๘ + ? = ๑๗$

ก. ๗

ข. ๘

ค. ๙

ข้อ ๒๑. น้องอายุ ๑๑ ปี แม่แก่กว่าน้อง ๒๘ ปี แม่อายุเท่าไร ?

ก. ๑๗ ปี

ข. ๓๙ ปี

ค. ๔๐ ปี

ข้อ ๒๒. พ่อค้าตีราคาเสื้อไว้ ๒๗ บาท สมชายมีเงิน ๒๑ บาท ต้องขอให้พ่อค้าลดได้เท่าไร ?

ก. ๖ บาท

ข. ๗ บาท

ค. ๘ บาท

ข้อ ๒๓. ผลบวกของ ๔ กับ ๔ มากกว่า ๕ อยู่เท่าไร

ก. ๓

ข. ๔

ค. ๕

ข้อ ๒๔. แม่ให้ขนมฉัน ๓ ชิ้น บ้าให้อีก ๔ ชิ้น แม่ให้น้อง ๒ ชิ้น บ้าให้อีก ๖ ชิ้น
ฉันและน้องมีขนมเท่ากันไหม

ก. ฉันและน้องมีขนมเท่ากัน

ข. ฉันมีขนมมากกว่า

ค. น้องมีขนมมากกว่า

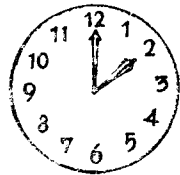
ข้อ ๒๕. เลขสองจำนวน จำนวนหนึ่งมากกว่า อีกจำนวนหนึ่งน้อยกว่า ถ้าเอามา
ลบกัน จำนวนใดเป็นตัวตั้ง

ก. จำนวนน้อย

ข. จำนวนมาก

ค. ได้ทั้งสองจำนวน

ข้อ ๒๖.



ขณะนี้เวลา ๑๔ นาฬิกา อีก ๓ ชั่วโมง จะเป็นเวลา
เท่าไร

ก. ๑๗ นาฬิกา

ข. ๑๘ นาฬิกา

ค. ๑๙ นาฬิกา

ข้อ ๒๗. ๓๐ และ ๑๓ มีค่าต่างกันเท่าไร

ก. ๔๓

ข. ๒๗

ค. ๑๗

ข้อ ๒๘. ข้อ  ราคา ๓ บาท ให้เงินคนขายไป ๕ บาท เขาทอนมา ๑ บาท

เขาทอนขาดไปเท่าไร ?

ก. ๑ บาท

ข. ๒ บาท

ค. ๓ บาท

ข้อ ๒๙. $๑๕ + ๑๓ - ๒๑ = ?$

ก. ๖

ข. ๗

ค. ๘

ข้อ ๓๐. นักเรียนชั้น ป. ๑ มี ๓๐ คน สอบได้ ๒๔ คน ขาดสอบ ๓ คน สอบตกอีกคน

ก. ๓ คน

ข. ๔ คน

ค. ๕ คน

ข้อ ๓๑.



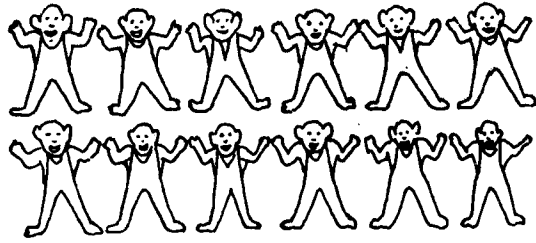
คิดเป็นทศนิยม

ก. ๕ คู่

ข. ๑๐ คู่

ค. ๑๕ คู่

ข้อ ๓๒. เธอมีตุ๊กตาอยู่



ต้องการแบ่งให้เพื่อน ๓ คนเท่ากัน จะได้คนละกี่ตัว

ก. ๓ ตัว

ข. ๔ ตัว

ค. ๕ ตัว

ข้อ ๓๓. ถ้าแบ่งขนมให้น้องครึ่งหนึ่ง ให้สมานครึ่งหนึ่ง สมานจะได้ขนม

ก. น้อยกว่าน้อง

ข. มากกว่าน้อง

ค. เท่ากับน้อง

ข้อ ๓๔. เลขแถวหนึ่งคือ ๑๐ ๒๐ ๓๐ ๔๐.....๖๐ ตัวเลขที่ขาดหายไปคือ

ก. ๔๐

ข. ๕๐

ค. ๖๐

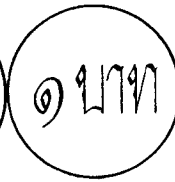
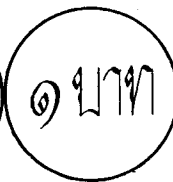
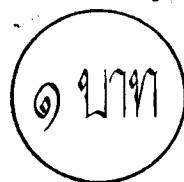
ข้อ ๓๕. มีส้มอยู่กองหนึ่ง ๓๐ ลูก จะแบ่งอย่างไรจึงจะได้มากกองที่สุด

ก. แบ่งทีละ ๓ ลูก

ข. แบ่งทีละ ๕ ลูก

ค. แบ่งทีละ ๑๐ ลูก

ข้อ ๓๖. เหยี่ยว



และเหยี่ยว



ได้กี่อัน

ก. ๔ อัน

ข. ๘ อัน

ค. ๑๒ อัน

- ข้อ ๓๗. ซื้อสมุดราคา ๒ บาท ๒๕ สตางค์ ถ้าให้เหรียญบาทไป ๓ อัน จะได้เงิน
ทอนเท่าไร
ก. ๒๕ สตางค์
ข. ๕๐ สตางค์
ค. ๗๕ สตางค์
- ข้อ ๓๘. มีสตางค์ห้าอยู่ ๑๐ อัน จะซื้อทอฟฟี่อันละสลึง จะต้องให้สตางค์ห้าเขากี่อัน
ก. ๑ อัน
ข. ๕ อัน
ค. ๑๐ อัน
- ข้อ ๓๙. ถ้าเอาจำนวนวันของเดือนมิถุนายน และเดือนธันวาคมรวมกันจะได้กี่วัน
ก. ๖๐ วัน
ข. ๖๑ วัน
ค. ๖๒ วัน
- ข้อ ๔๐. ถ้าวันที่ ๑ เป็นวันศุกร์ วันที่ ๕ เป็นวันอะไร ?
ก. จันทร์
ข. อังคาร
ค. พุธ

ภาคผนวก ๑๒

บทเตรียมความพร้อมที่ ๑

การเตรียมความพร้อมเพื่อการสอนเรื่องการรวมประเภทย่อยเข้าประเภทใหญ่ (สัตว์)

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้เด็กรู้จักสัตว์ต่าง ๆ โดยเรียนรู้จากรูปภาพและหุ่นจำลอง พินิจพิจารณาอย่างมีเหตุผลจนเข้าใจส่วนที่เหมือนกัน แล้วจัดแบ่งสัตว์เหล่านั้นออกเป็นพวก ๆ ตามที่เด็กเข้าใจ

๒. ให้เด็กเข้าใจเกณฑ์ที่ใช้จำแนกสัตว์ตามลักษณะการมองแบบวิเคราะห์ แบบโยงความสัมพันธ์และแบบจำแนกประเภท พร้อมกันนั้นก็ให้เด็กจัดแบ่งสัตว์เหล่านั้นออกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

๓. ให้สามารถตอบสนองความต้องการของเด็กทางด้านจิตวิทยา กล่าวคือผลที่ได้นี้จะช่วยให้เด็กเกิดความสนใจ และสนุกสนานต่อการจัดสัตว์เข้าประเภทต่าง ๆ ตามวิธีการในข้อ ๒

อุปกรณ์

๑. ภาพสัตว์เหมือนของจริง

๒. หุ่นสัตว์เหมือนของจริง และหุ่นสัตว์ที่ไม่เหมือนของจริง (การ์ตูน)

ลำดับขั้นของการสอน

๑. เล่นหุ่นสัตว์ที่ไม่เหมือนของจริง (การ์ตูน) โดยให้เด็กตอบเองว่าแต่ละตัวคือสัตว์อะไร แล้วให้เด็กบอกส่วนประกอบของสัตว์เหล่านั้น พร้อมทั้งแสดงท่าประกอบลักษณะของสัตว์เหล่านั้น เช่น ท่าเดินของช้าง หรือเสียงร้องของม้า เป็นต้น ถ้าสิ่งใดที่เด็กตอบไม่ได้ ครูจึงจะช่วยตอบ

๒. นำภาพให้เด็กดู ๒ ภาพ โดยให้ดูทีละภาพ แล้วให้เด็กตอบว่าเห็นอะไรในภาพบ้าง เมื่อเด็กตอบทั้งสองภาพแล้ว จึงให้สังเกตทั้งสองภาพพร้อม ๆ กัน แล้วให้ตอบว่ามีอะไรเหมือนกันและต่างกันบ้าง

๓. จัดเด็กในห้องเป็น ๔ พวก ๓ พวก ให้ทำกิจกรรมอื่น ๆ เช่น พวกแรกจัดให้เด็กระบายสีภาพสัตว์ พวกที่สองให้เด็กพับกระดาษเป็นรูปสัตว์ พวกที่สามเล่นนิทานให้ฟัง พวก

ที่นำมาที่โต๊ะซึ่งมีหุ่นสัตว์เหล่านั้นมาแบ่งเป็นพวก ๆ ตามที่เขาคิดว่าสัตว์เหล่านั้นมันควรจะอยู่ด้วยกันตามความเข้าใจของเด็กเอง เมื่อเด็กจัดเป็นพวก ๆ แล้ว ครูสอบถามถึงเหตุผลในการจัดแบ่งของเขาว่าเขาใช้หลักเกณฑ์อย่างไร

เมื่อเด็กในกลุ่มนั้นจัดแบ่งสัตว์ตามที่เขาเข้าใจแล้ว ครูจึงลองจัดให้เด็กดูบ้างตามเกณฑ์ของครู แล้วอธิบายเกณฑ์ของครูให้เด็กทราบตามวิธีดังนี้

๕
บันทึก ๑

เลือกสัตว์ขึ้นมาทีละ ๓ ตัว เช่น ยีราฟ ปลาทอง ปลาทัวผู้ ให้เด็กเลือก ๒ ตัว ที่เด็กคิดว่าไปด้วยกันได้ด้วยเหตุผลของเด็ก แล้วครูจัดให้ดูโดยให้เด็กสังเกต โดยครูชี้สัตว์ที่ตัวยีราฟกับสัตว์ที่ปลาทองแล้วเอามาไว้ด้วยกัน อธิบายให้เข้าใจว่า เราดูส่วนละเอียดปลีกย่อยที่มันเหมือนร่วมกัน แล้วจัดเข้าเป็นพวกเดียวกัน ต่อไปก็ให้เด็กเลือกหิบบัตว์ โดยชี้สัตว์ที่ปลาทัวผู้แล้วให้หาสัตว์ที่มีสีฟ้าเหมือนกันมาเป็นพวกเดียวกัน ซึ่งจะเลือกเอาตัวยีราฟ ซึ่งมีสีฟ้าที่ตา และหน้าผาก และคอไม้ไ้ท้องของตัวยีราฟ ฝึกเด็กให้จัดสัตว์ตามแบบวิเคราะห้จนทุกคนจัดได้แล้ว จึงอธิบายต่อถึงการจัดแบบโยงความสัมพันธ์ คือเลือกปลา ๒ ตัว มาอยู่ด้วยกัน ตัวหนึ่งเป็นปลาทัวผู้ อีกตัวหนึ่งเป็นปลาทัวเมีย เหตุผลก็คือ ปลาทั้ง ๒ เป็นผัวเมียกันหรือเป็นคู่รักกัน เป็นต้น เมื่อฝึกจนเด็กทุกคนจัดได้แล้วจึงอธิบายต่อถึงการจัดแบบจำแนกประเภท คือเลือกจัดปลา กุ้ง หอย ไว้ด้วยกัน เหตุผลที่จัดเช่นนั้นก็เพราะว่ามันเป็นสัตว์น้ำด้วยกัน แล้วฝึกจนเด็กทุกคนในกลุ่มนั้นจัดได้

ทำซ้ำ ๆ จนเด็กเข้าใจว่าการรับรู้ชั้นนี้อาจกระทำได้ ๓ แบบ

๕
บันทึก ๒

ใช้สัตว์ทั้งหมด

ก. ให้เด็กทดลองจัดประเภทโดยบอกให้แบ่งเป็นพวกตามที่มีมันควรจะอยู่ด้วยกัน

ข. ให้เด็กจัดแบบวิเคราะห้ แล้วให้อธิบายให้ครูและเพื่อน ๆ ฟังว่าเขาเห็นตรงไหน เหมือนกันอย่างไร

ค. ให้เด็กจัดแบบโยงความสัมพันธ์ โดยถามว่าอะไรควรจะอยู่ด้วยกัน

๕
บันทึก ๓

ให้เด็กรู้จักว่า การจัดเข้ากลุ่มนั้นยืดหยุ่นได้ เช่นแม้จะจัดประเภทหนึ่งได้แล้ว ก็ยัง

อาจจัดประเภทอื่นได้อีก แล้วแต่ละมองแบบวิเคราะห์ แบบจำแนกประเภท หรือแบบโยงความสัมพันธ์

เสร็จแล้วครูให้สัตว์แก่เด็กไปทั้งหมด และให้จัดแยกสัตว์ตามที่เด็กต้องการจัด ผลปรากฏว่า ๕๐ เปอร์เซนต์ เด็กจัดแบบจำแนกประเภท คือแยกเป็นสัตว์น้ำ สัตว์ป่า และสัตว์บินได้ ส่วนเด็กที่ใช้การจัดแบบโยงความสัมพันธ์กับแบบวิเคราะห์มีน้อยมาก แต่ก็พอมี เช่น เด็กบอกว่ายีราฟกินหญ้า กระต่ายก็กินหญ้า อยู่ด้วยกันก็ได้ หรือ หมมีสี่ขมพู ช้างก็มีสี่ขมพู อยู่ด้วยกันก็ได้ เป็นต้น

เมื่อสอนจบ ๑ กลุ่มแล้ว ก็เวียนกลุ่มอื่น ๆ มารับการสอน เช่นที่กล่าวข้างบนนั้นจนครบทุกกลุ่ม

การประเมินผล

ครูใช้การสังเกตการจัดของเด็กแต่ละคนว่า ส่วนใหญ่จัดได้หรือไม่ และให้เหตุผลในการจัดถูกต้องหรือไม่ แล้วลงบันทึกไว้เพื่อติดตามความก้าวหน้าของเด็กต่อไป

บทเตรียมความพร้อมที่ ๒

เตรียมความพร้อมเพื่อการสอนเรื่องการรวมประเภทย่อยเข้าประเภทใหญ่ (พืช)

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้เด็กรู้จักพืช (ผัก ผลไม้ ดอกไม้) โดยเรียนรู้จากรูปภาพ และประสบการณ์จริง ๆ ด้วยการจับต้อง และการพิจารณาอย่างมีเหตุผล จนเข้าใจส่วนที่เหมือนกัน แล้วจัดแบ่งพืชเหล่านั้นออกเป็นพวก ๆ ตามที่เด็กเข้าใจ

๒. ให้เด็กเข้าใจเกณฑ์ที่ใช้จำแนกพืช ตามลักษณะการมองแบบวิเคราะห์ แบบโยงความสัมพันธ์ และแบบจำแนกประเภท พร้อมกันนั้นก็ให้เด็กจัดแบ่งพืชเหล่านั้นออกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

๓. ให้สามารถตอบสนองความต้องการของเด็กทางค่านิยมจิตวิทยา กล่าวคือ ผลที่ได้นี้จะช่วยให้เด็กเกิดความสนใจ และสนุกสนานต่อการจัดจำแนกพืชตามวิธีการในข้อ ๒

อุปกรณ์

๑. ใช้พืชที่เป็นของจริง ซึ่งประกอบด้วย ผัก ผลไม้ และดอกไม้ ที่หาได้ง่ายในห้องตลาด

ผัก — ผักคะน้า หัวผักกาด มะระ ขิง มะเขียวยาว มะเขือเปราะ
กะหล่ำดอก แตงกวา

ผลไม้ — ส้มเขียวหวาน องุ่น ลำโพง ลำไย เงาะ กัลยัม พุทรา

ดอกไม้ — เข็ม บัว ผกากรอง บานไม่รู้โรย กุหลาบ หงอนไก่ ดาวเรือง บานบุรี

๒. หนังสือที่มีภาพผัก ผลไม้ และดอกไม้

ลำดับขั้นของการสอน

๑. ครูให้เด็กดูภาพ ผัก ผลไม้ และดอกไม้ในหนังสือ โดยดูทีละภาพแล้วให้เด็กบอกภาพที่เห็นว่าเป็น ผัก ผลไม้ หรือดอกไม้ แล้วคอยซักถามอยู่ตลอดเวลาว่า ผักหรือผลไม้ หรือดอกไม้ นั้น เป็นพืชหรือเป็นสัตว์

๒. แบ่งเด็กเป็น ๔ พวก จัดเข้ามุมห้องซึ่งทุกมุมจะมีผัก ผลไม้ และดอกไม้ รวมกันเป็นกองอยู่ แล้วให้เด็กหัดเป็นคนขาย คนซื้อ ผลัดเปลี่ยนหน้าที่กัน โดยให้คนซื้อ แยกเป็นคนซื้อเฉพาะผัก ซื้อเฉพาะผลไม้ ซื้อเฉพาะดอกไม้ เวียนกัน เมื่อจะซื้อก็มาเรียกซื้อ สิ่งที่ต้องการ และให้คนขายหยิบให้ตรงกับที่คนซื้อเรียก

ครูจะสังเกตได้ว่า เด็กรู้จักจำแนก ผัก ผลไม้ และดอกไม้ถูกต้องหรือไม่

ฝึกในข้อ ๒ ผลัดเปลี่ยนกันจนคล่อง

เมื่อเด็กทราบว่าจะอะไรคือ ผัก ผลไม้ และดอกไม้แล้ว ครูรวบทั้ง ๓ กองเข้าด้วยกัน แล้วถามว่าเราจะรวมทั้ง ๓ กองนี้เข้าด้วยกันจะได้หรือไม่ เพราะเหตุใด เด็กที่เข้าใจมาตั้งแต่ ทันจะตอบว่าได้ เพราะเป็นพืชเหมือนกัน ถ้าเด็กคนใดตอบไม่ได้ ต้องย้อนกลับไปสอนใน ข้อ ๑ ใหม่

๓. เพื่อให้เด็กเกิดความสนใจ และสนุกสนานต่อบทเรียน ครูให้เด็กออกมาจับ ระบายดอกไม้โดยใช้เพลงร้อง เช่น “ในป่าเขา สาวเจ้าเร่งใจ เก็บดอกไม้เสียบใส่แซมผม ชวนกันร้องเพลงเพลินเดินชม เก็บลั่นทมร้อยเป็นมาลัย” หรือใช้วิธีการเล่นจำใจ เช่น จำ จ้ม เชื้อเปราะ กระเทาะหน้าแว่น พายเรือออกแอ่น อาบน้ำท่าไหน อาบน้ำท่าวัด เอาแป้ง ที่ไหนผิด เอากระຈกที่ไหนสอง เยี่ยม ๆ มอง ๆ นกขุนทองร้องวู้”

๔. เมื่อเด็กสนุกสนานพอควร ครูจะแยกเด็กเป็นกลุ่ม ๆ แล้วเอาแต่ละกลุ่มมาฝึก การรับรู้เช่นเดียวกับที่สอนในบทเตรียมความพร้อมที่ ๑ ข้อที่ ๓ แต่ใช้พืชแทนสัตว์

การประเมินผล

ใช้การสังเกตของครูผู้สอนว่า เด็กสามารถจัดประเภทของพืช โดยให้เหตุผลการ แบ่งได้ถูกต้องหรือไม่ ถ้าเด็กคนใดยังไม่ได้ ก็นำมาฝึกใหม่ เสร็จแล้วลงบันทึกผลการเรียน ของเด็กแต่ละคนไว้.

บทเตรียมความพร้อมที่ ๓

การเตรียมความพร้อมเพื่อการสอนสัปดาห์เรื่องการรวมประเภทย่อยเข้าประเภทใหญ่ (ฟอรัม หรือรูปแบบ)

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๒ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้เด็กรู้จักสี : สีฟ้า สีชมพู สีเขียว สีน้ำเงิน สีเหลือง
๒. ให้เด็กรู้จักรูปร่าง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมคางหมู วงรี และวงกลม
๓. ให้เด็กรู้จักขนาด ใหญ่ กลาง เล็ก
๔. ให้เด็กรู้จักสังเกตสี และสามารถรวมสีที่เหมือนกันเข้าเป็นพวกเดียวกัน
๕. ให้เด็กรู้จักสังเกต ฟอรัม และสามารถเรียงฟอรัมที่เหมือนกันเข้าด้วยกัน และเรียงตามลำดับจากขนาดใหญ่สุดไปจนถึงขนาดเล็กที่สุด
๖. ฝึกการสังเกต เมื่อมีภาพในชุดใดชุดหนึ่งขาดหายไป ทั้งนี้เด็กจะทราบได้ต่อเมื่อเข้าใจจัดประเภทฟอรัม และสีไปพร้อมๆ กันทั้ง ๒ มิติ

อุปกรณ์

๑. นำวัสดุที่เป็นไม้ กระดาษแข็ง ยาง พลาสติก กระดาษทราย ฟองน้ำ ไม้กอร์ก มาตัดเป็นรูปทรงเรขาคณิต คือ รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมคางหมู สี่เหลี่ยมผืนผ้า วงกลม และวงรี (อุปกรณ์ชุดนี้ได้มาจากการอบรมจิตวิทยาเด็กเล็กที่ประเทศฟิลิปปินส์ และสร้างเพิ่มเติม)
๒. กระดาษแข็งสีฟ้า สีชมพู สีเขียว สีน้ำเงิน และสีเหลือง นำมาตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมคางหมู สี่เหลี่ยมผืนผ้า วงกลม และวงรี
๓. กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดต่างๆ ๕ ขนาด ทำ ๕ ชุดๆ ละสี เช่น

☐	☐	☐	☐	☐	สีแดง
☐	☐	☐	☐	☐	สีฟ้า
☐	☐	☐	☐	☐	สีน้ำเงิน
☐	☐	☐	☐	☐	สีเหลือง
☐	☐	☐	☐	☐	สีเขียว

นอกจากนี้ยังมีชุดสามเหลี่ยม สีเหลี่ยมค้านขนาน สีเหลี่ยมผืนผ้า วงกลม และวงรี

๔. กระดาษขนาด $4 \times 2\frac{1}{2}$ นิ้ว

๕. ริปบิ้นสีต่างๆ

๖. บล็อกรูปทรงต่างๆ

๗. บล็อกรูปทรงเรขาคณิต

๘. ดินน้ำมัน

ลำดับขั้นของการสอน

๑. เล่นหุ่น แนะนำชื่อรูปทรงเรขาคณิต สามเหลี่ยม สีเหลี่ยมจัตุรัส สีเหลี่ยมค้านขนาน สีเหลี่ยมผืนผ้า วงกลม และวงรี

๒. จัดเด็กเข้ามุม ๔ มุม

— มุมที่ ๑ จัดอุปกรณ์ตามข้อ ๗

— มุมที่ ๒ จัดอุปกรณ์ตามข้อ ๑

— มุมที่ ๓ จัดอุปกรณ์ตามข้อ ๖

— มุมที่ ๔ จัดอุปกรณ์ตามข้อ ๒

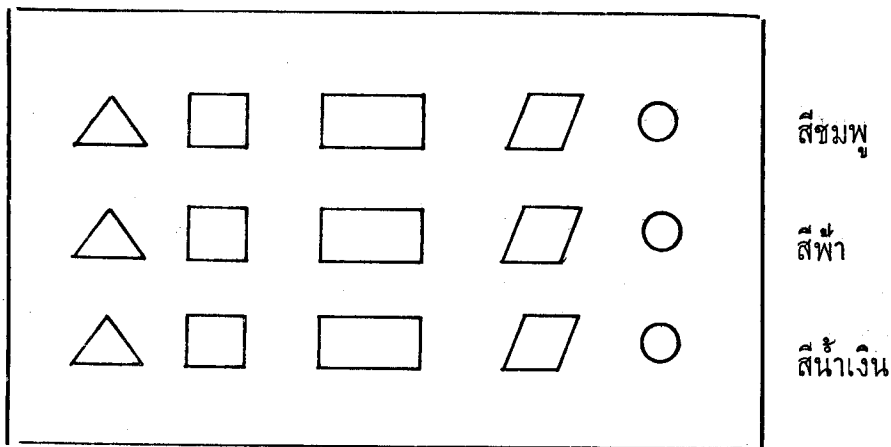
เด็กจะเวียนกันไปทุกมุม เพื่อจะได้ไปสัมผัสจับต้อง และเล่น ถ้าเด็กเบื่ออาจเปลี่ยนอารมณ์ของเด็กโดยให้ปั้นดินน้ำมันตามรูปทรงเรขาคณิต เด็กที่อยู่ในมุมที่ ๑ ถึงมุมที่ ๓ ครูผู้ช่วยจะคอยดูแลมุม ๑ กับมุม ๒ ครูจะให้เด็กนำวัสดุต่างๆ ที่มีอยู่ตามมุมต่างๆ นั้นมาจัดเป็นพวกๆ คืออาจเอาพวกรูปร่างเหมือนกัน แต่สีต่างกัน จัดไว้ด้วยกัน หรือเอาพวกสีเหมือนกัน แต่รูปร่างต่างกัน จัดไว้ด้วยกันก็ได้

สำหรับมุม ๓ ซึ่งมีอุปกรณ์รูปบล็อกทรงต่างๆ นั้น ให้เด็กแยกเป็น ๒ พวก แต่ละพวกก็มีไม้บล็อกรูปต่างๆ เหมือนกันแต่กลับกัน ให้เด็กในพวกหนึ่งชูไม้บล็อกรูปหนึ่งขึ้น เช่น อีกกลุ่มหนึ่งจะต้องรีบชูไม้บล็อกที่เหมือนกันแต่มีลักษณะกลับกันขึ้นมาประกบ ซึ่งถ้าถูกต้อง

๐ เป็น ๐ ให้แต่ละข้างเปลี่ยนกันชู สำหรับพวกที่ประกบได้ครูจะให้อธิบายว่าทำไมประกบได้ ส่วนพวกที่ประกบไม่ได้ครูก็จะอธิบายว่าทำไมจึงประกบไม่ได้ เป็นการฝึกเด็กให้รู้จักบรรยายลักษณะของที่เหมือนกันและที่ต่างกัน

ส่วนมุม ๔ ซึ่งจัดอุปกรณ์ตามข้อ ๒ นั้น ครูที่ทำหน้าที่สอนจะสอนเพื่อให้เด็กสามารถจำแนกรูปร่างสีไปพร้อมกัน (เด็กที่จะมาเรียนในมุม ๔ ควรผ่านมุมที่ ๑, ๒ และ ๓ มาแล้ว) วิธีดำเนินการสอน (ซึ่งได้ความคิดมาจาก Triad : Teacher's Manual, Part I) มีขั้นตอนดังนี้

๑) นำกระดาษฟอรั่ม สามเหลี่ยม สีเหลี่ยมจัตุรัส สีเหลี่ยมผืนผ้า สีเหลี่ยมค้าน ขนาน และวงกลม ซึ่งมีสีชมพู สีฟ้า และสีน้ำเงิน ติดลงบนบอร์ด ดังแผนภาพนี้



แล้วให้เด็กหัดสังเกตลักษณะการวางว่าเราต้องดู ๒ มิติ (หรือ ๒ ด้าน) คือถ้าเราดูตามคอลัมน์เราจะดูตามฟอรั่ม แต่ถ้าเราดูตามแถวเราจะดูตามสี เช่นครูเอาริบบิ้นวางพาดคอลัมน์แรก คือพาดรูปสามเหลี่ยมตลอดทุกรูป ถามว่า เราพาดตามสีที่เหมือนกันหรือพาดตามรูปร่างที่เหมือนกัน ถ้าเด็กตอบว่ารูปร่างจึงจะแสดงว่าเด็กเข้าใจแล้วถามต่อไปว่า รูปร่างที่เหมือนกัน คือรูปร่างเป็นอย่างไร ถ้ายังตอบไม่ได้ก็ต้องอธิบายใหม่ว่าที่ริบบิ้นพาดอยู่นั้นอะไรมันเหมือนกัน มันเป็นรูปสามเหลี่ยมเหมือนกันหมดทุกอันใช่ไหม ดังนั้นมันจึงมีรูปร่างเหมือนกัน เมื่อเด็กเข้าใจแล้วจึงสอนต่อ โดยครูเอาริบบิ้นอีกสีหนึ่งวางพาดคอลัมน์ที่ ๒ ซึ่งเป็น

รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหมด แล้วถามเช่นเดิมว่า เราพาดตามสีที่เหมือนกันหรือพาดตามรูปร่างที่เหมือนกัน แล้วครูยักรับบันวางพาดตามคอลัมน์จนครบทุกคอลัมน์

แล้วครูยักรับบันวางพาดตามแถว แถวแรกถามเด็กใหม่ว่าครูพาดรับบันตามสีที่เหมือนกันหรือตามรูปร่างที่เหมือนกัน ถ้าเด็กตอบได้ก็ถามต่อไปว่า สีที่เหมือนกันนั้นสีอะไร และทำเช่นนี้จนครบทุกแถว

๒) นำกระดาษที่ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมด้านขนาน และวงกลม ๒ ชุด คือชุดสีเขียว และชุดสีเหลือง มาให้เด็กวางต่อที่กระดาน โดยถามเด็กว่าจะวางต่ออย่างไร จึงจะเหมือนชุดที่วางอยู่ก่อนแล้ว (ควรให้ทีละชุดเพื่อไม่ให้เด็กสับสนในเรื่องสี มุ่งให้เด็กมองแต่รูปร่างอย่างเดียว)

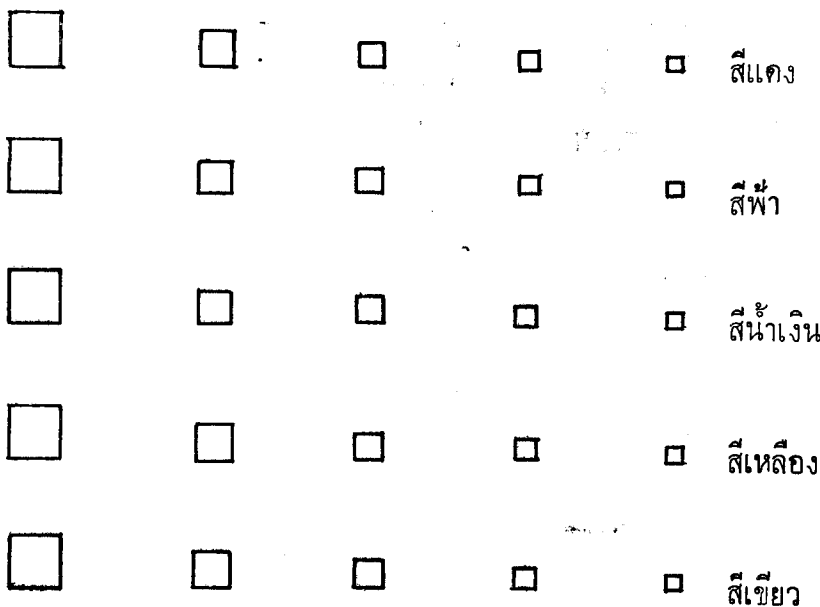
๓) นำกระดาษที่ตัดเป็นรูปวงรี ซึ่งมีสีชมพู สีฟ้า สีน้ำเงิน สีเขียว และสีเหลือง มาให้เด็กวางต่อบนกระดาน โดยถามเด็กว่าควรจะวางเรียงแถวต่อจากของเดิมอย่างไร

๔) ให้เด็กทุกคนปิดตา ครูหยิบรูปใดรูปหนึ่งออก ๑ รูป แล้วสั่งให้เด็กเปิดตาถามว่า รูปอะไรหายไป และสีอะไร สอนเด็กให้หาโดยดูตามแนวเส้นรับบันที่วางพาดไว้ตามรูปร่าง และตามสีที่ติดกันตรงที่ของหาย ก็จะเป็นรูปร่างอย่างนั้น และสีนั้น ฝึกเช่นนี้จนคล่อง แสดงว่าเด็กสามารถดู ๒ มิติ คือมิติรูปร่าง และมิติสีได้แล้ว เมื่อเห็นว่าเด็กคล่องดีแล้ว ครูให้เด็กปิดตาคราวนี้หยิบกระดาษออกครั้งละ ๓-๔ รูป แล้วให้เด็กค้นหาว่าช่องที่หายไปนั้นเป็นรูปอะไร สีอะไร

๕) รวบรวมกระดาษบนกระดานออกหมด นำมาวางกองไว้ ครูเรียกเด็กคนหนึ่งออกมาให้หยิบกระดาษที่มีรูปและสีต่างๆ ตามใจชอบ วางเรียงบนกระดานเป็นแถวแรก ต่อจากนั้นก็เรียกเด็กคนอื่นในกลุ่มให้มาช่วยกันหยิบกระดาษที่เหลือเรียงเป็นแถวตามแนวสี และรูปร่างจนครบ

๖) ครูหยิบกระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่จัดเป็นชุด ชุดหนึ่งๆ จะมีขนาดใหญ่ไปถึงเล็ก ๕ ขนาด และทั้งหมดมี ๕ ชุด คือ ชุดสีแดง สีฟ้า สีน้ำเงิน สีเหลือง และสีเขียว นำมาให้เด็กดู แล้วให้เด็กเลือกอันที่ใหญ่ที่สุดมาให้ เด็กก็จะเลือกมาทั้งหมดมี ๕ แผ่น สีต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว แล้วครูก็นำมาวางบนกระดาน ต่อไปก็ให้หาอันใหญ่ที่สุดซึ่งเหลืออยู่ในกอง

นั้น แล้วครูก็นำมาวางต่อ ทำเช่นนี้จนถึงอันเล็กสุด ซึ่งเมื่อวางบนกระดานเสร็จแล้วจะเป็นรูปดังนี้



เสร็จแล้วครูแจกชุดรูป สามเหลี่ยม สีเหลี่ยมผืนผ้า สีเหลี่ยมค้านขนาน และวงรี ให้เด็กคนละชุด แล้วให้แต่ละคนไปวางตามแบบรูปสีเหลี่ยมจัตุรัสที่ครูวางให้ดู โดยบอกให้เด็กวางเรียงจากใหญ่ไปหาเล็กตามลำดับ

การประเมินผล

ครูประเมินผลทุกขณะในการเรียนการสอน คือดูจากการวางของเด็กว่าวางได้ถูกต้องหรือไม่ หรือการที่ครูหยิบออก ๑ แผ่นแล้วให้เด็กหาดูว่าแผ่นอะไร สีอะไรหายไป เป็นต้น

ภาคผนวก ๑๓

บทเรียนบทที่ ๑

หลักการอนุรักษ์จำนวน (แบ่งเป็น ๓ ตอน)

ตอนที่ ๑

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ เตรียมความพร้อมเพื่อให้เด็กรู้จักค่าของตัวเลข

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อใช้วัตถุหรือตัวเลขเป็นเครื่องเร้าเด็กจะนับได้ และ
ทราบว่าตัวเลขใดแทนจำนวนที่เด็กนับได้ ตั้งแต่ ๑
ถึง ๕

อุปกรณ์

๑. เด็กนักเรียนชาย และเด็กนักเรียนหญิง อย่างละ ๕ คน
๒. หนังสือ แผ่นไม้ ดินสอ ไม้บรรทัด จำนวนอย่างละ ๕
๓. บัตรเลข ๑ ถึง ๕
๔. กระดาษแข็งทำเป็นไพ่ขนาดเท่ากัน เขียนเลข ๑ ถึง ๕ ไว้บนแต่ละแผ่น ทำ
เลขละ ๒๕ แผ่น แล้วแบ่งเป็นชุด ชุดหนึ่งประกอบด้วยเลข ๑ ถึง ๕ มี ๕ ชุดด้วยกัน แต่ละ
ชุดก็จะมี ๕ แผ่นต่อ ๑ ตัวเลข

ลำดับขั้นตอนของการสอน

๑. เรียกเด็กชายออกมาหน้าชั้น ๑ คน แล้วถามเด็กว่ามีเด็กนักเรียนชายกี่คน แล้ว
เรียกเด็กนักเรียนหญิงออกมาหน้าชั้นอีก ๑ คน แล้วถามว่ามีนักเรียนหญิงกี่คน ให้เด็กนักเรียน
ชายและเด็กนักเรียนหญิงยืนหน้าชั้นคนละข้าง แล้วถามต่อว่า นักเรียนชาย ๑ คน กับนักเรียน
หญิง ๑ คน มีจำนวนเท่ากันไหม เมื่อครูเห็นว่าเด็กตอบได้แล้วจึงค่อย ๆ เพิ่มจำนวนเป็น ๒,
๓, ๔, ๕ คน

๒. ดำเนินวิธีการเหมือนข้อ ๑ แต่เปลี่ยนอุปกรณ์เป็นกลุ่มของหนังสือคู่กับแผ่นไม้
กลุ่มของดินสอคู่กับไม้บรรทัด เป็นต้น

๓. ครูเรียกเด็กนักเรียนชายมา ๒ คน และหยิบดินสอขึ้นมา ๑ แท่ง แล้วถามว่า
มีดินสอพอให้เด็กทั้งสองไหม แล้วเพิ่มจำนวนเด็กนักเรียนชายเป็น ๓ คน ดินสอ ๒ แท่ง

แล้วถามเช่นเดียวกัน ถ้าเด็กตอบว่าคืนสอไม่พอ ครูก็ถามต่อไปว่าทำอย่างไรจึงจะพอ (ฝึกให้เด็กรู้จักหัดคิด) ต้องเพิ่มคืนสออีก ๑ แท่ง หรือเอาเด็กนักเรียนชายกลับไปนั่งที่เสีย ๑ คน ถ้าเด็กตอบได้เช่นนี้จึงจะแสดงว่าเด็กเข้าใจ ซึ่งเป็นการประเมินผลการเรียนการสอนไปพร้อม ๆ กัน

คราวนี้ครูเรียกนักเรียนหญิงออกมา ๓ คน แล้วหยิบไม้บรรทัดมา ๓ อัน แล้วถามว่ามีไม้บรรทัดพอให้นักเรียนหญิงทั้ง ๓ คนนี้ไหม (เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของเด็ก)

๔. เรียกเด็กนักเรียนมาหน้าชั้น ๕ คน ให้เด็กคนที่ ๑ ถือบัตรเบอร์ ๑ แล้วชูขึ้น คนที่ ๒ ถือบัตรเบอร์ ๒ ชูขึ้น ทำเช่นนี้จนถึงคนที่ ๕ ชูบัตรเบอร์ ๕ ขึ้น แล้วครูพูดว่า คนที่ ๑ ที่ถือบัตรเบอร์ ๑ หมายความว่ามีความว่ามีคนที่อยู่ในกลุ่มนี้ ๑ คน ส่วนเบอร์ ๒ ก็ต้องมี ๒ คน แล้วเรียกเด็กคนอื่น ๆ มาอยู่ในกลุ่มเบอร์ ๑ และเบอร์ ๒ แล้วครูถามว่าเบอร์อื่น ๆ จะมีคนอยู่ได้กี่คน ลองออกมายืนให้ครบตามเบอร์ซิ

๕. เรียกเด็กออกมาหน้าชั้น ๙ คน แต่ละคนถือบัตรตั้งแต่เบอร์ ๑ ถึง ๙ ชูไว้ข้างหน้าตนเด็กทั้ง ๙ คนยืนเรียงตรงกันเป็นแถวหน้ากระดาน เมื่อครูเรียกเบอร์ ๑ ให้เด็กที่ถือบัตรเบอร์ ๑ ก้าวออกมา ๑ ก้าว แล้วนับ ๑ ถ้าเรียกเบอร์ ๒ ก็ให้เด็กที่ถือบัตรเบอร์ ๒ ก้าวออกมา ๒ ก้าว แล้วนับ ๑, ๒ เช่นนี้ทุกเบอร์ เมื่อครูซักซ้อมความเข้าใจดีแล้ว ครูก็เรียกเบอร์ ๑,....., ๙ ในขณะที่เด็กก้าวออกมาแต่ละก้าวให้เด็กนับ ส่วนเด็กที่ดูกันนับตาม (การเรียกเบอร์ของครูอาจเรียกสลับเบอร์ได้) เมื่อเรียกเด็กครบทุกคนแล้ว เด็กจะยืนอยู่ตามจุดต่าง ๆ ตอนนี้จะเรียกกลับเข้าที่ เช่นเรียกเบอร์ ๕ เด็กคนที่ถือบัตรเบอร์ ๕ ก็จะก้าวถอยหลังกลับพร้อมกับนับถอยหลังคือ ๕, ๔, ๓, ๒, ๑ ส่วนเด็กอื่นที่ดูกันนับตามไปพร้อม ๆ กัน ทำเช่นนี้ทุกเบอร์จนครบ เมื่อเสร็จแล้วก็เปลี่ยนเด็กชุดใหม่ทำเช่นเดียวกันนี้จนครบทุกคน

๖. แบ่งเด็กเป็นกลุ่ม ๆ ละ ๕ คน นำไฟ (อุปกรณ์ข้อ ๔) มาแจกกลุ่มละชุด ในแต่ละกลุ่มจะแจกไฟกว่าห้าให้คนละ ๕ ใบ คนแรกหงายไฟใบแรกของตนลงกลางวง คนที่ ๒ ทำอย่างเดียวกันไปรอบวง ถ้าเกิดมีเลขซ้ำกัน ใครขานเลขนั้นได้ก่อน จะได้ไฟที่อยู่กลางทั้งหมด เล่นต่อไปจนเด็กคนใดคนหนึ่งไฟหมดมือ คนที่ได้ไฟมากที่สุดจะเป็นคนชนะ

ตอนที่ ๒

เวลาที่กำหนดในการสอน

๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

เพื่อให้เด็กรู้จักสังเกตและเข้าใจว่า จำนวนกับความยาวและจำนวนกับเนื้อที่ แยกต่างหากจากกัน (ทั้งนี้เพราะการที่เด็กตอบผิด อาจเป็นเพราะเด็กไม่สามารถแยกจำนวนออกจากเนื้อที่)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เมื่อเอาริบบิ้นสองสายที่มีความยาวต่างกันติดบนแผ่นสังกะสี แล้วเอาวัตถุจำนวนเท่ากันมาติดบนริบบิ้นทั้งสอง เปลี่ยนสภาพไปเรื่อย ๆ ตามขั้นการสอน เด็กควรจะแยกจำนวนออกจากความยาวได้

๒. เมื่อเอากะดาษสามเหลี่ยมสองขนาดมาติดบนแผ่นสังกะสี แล้วเอาวัตถุจำนวนเท่ากันมาติดบนสามเหลี่ยมทั้งสองรูป เปลี่ยนสภาพไปเรื่อย ๆ ตามขั้นการสอน เด็กควรจะแยกจำนวนออกจากเนื้อที่ได้

๓. เมื่อเอากะดาษสี่เหลี่ยมสองขนาดมาติดบนแผ่นสังกะสี แล้วเอาวัตถุจำนวนเท่ากันมาติดบนสี่เหลี่ยมทั้งสองรูป เปลี่ยนสภาพไปเรื่อย ๆ ตามขั้นการสอน เด็กควรจะแยกจำนวนออกจากเนื้อที่ได้

อุปกรณ์

๑. ริบบิ้นสีแดง สีเขียว ๒ เส้น ยาวไม่เท่ากัน และริบบิ้นสีเล็ก ๆ ยาว ๆ อีก ๑ เส้น
๒. ตัวติดบอร์ดสังกะสีซึ่งเป็นแม่เหล็ก มีมือ เท้า เหน็บ และหัวใจ อย่างละ ๔ อัน
๓. บอร์ดสังกะสี
๔. กระดาษตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูป ขนาดต่างกัน
๕. กระดาษตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมสองรูป ขนาดต่างกัน
๖. บัตรเลข ๑ ถึงเลข ๔

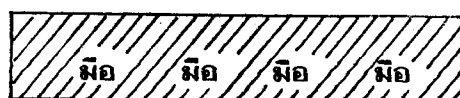
วิธีสอน

ก. ในสถานการณ์ที่แยกจำนวนออกจากความยาว

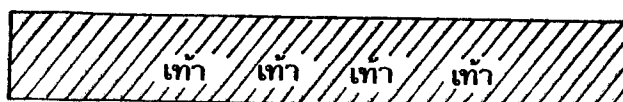
๑. ครูวางตัวแม่เหล็ก ๑ อันบนบัตรเลข ๑ และวางตัวแม่เหล็ก ๒ ตัว บนบัตรอันที่สองเช่นนี้เรื่อยไปจนถึงบัตรเลข ๕ จะมีตัวแม่เหล็ก ๕ ตัว แล้วถามว่า “เลข ๑ หมายความว่า มีจำนวนตัวแม่เหล็กอยู่ที่ตัว” (เด็กตอบ ๑ ตัว ถ้าเด็กตอบไม่ได้ครูอาจช่วยโดยชี้ที่ตัวแม่เหล็กให้ดูว่ามีกี่ตัว) เลขต่อไปละคือเลข....อะไร....(เลข ๒) มีจำนวนตัวแม่เหล็กกี่ตัว (๒ ตัว) ถามเช่นนี้จนถึงเลข ๕

๒. ใช้สถานการณ์ทดสอบ

๒.๑ วางตัวแม่เหล็กรูปมือบนริบบิ้นสีแดง ซึ่งอยู่บนบอร์ดสังกะสี ดังนี้



วางตัวแม่เหล็กรูปเท้าบนริบบิ้นสีเขียวบนบอร์ดสังกะสี ดังนี้



(จำนวนตัวแม่เหล็กมือ หรือเท้าอาจเพิ่มหรือลดจากจำนวนที่ให้ไว้ข้างบนตามแต่ผู้สอนเห็นสมควร หรือเมื่อสอนตามตัวอย่างข้างบนแล้ว เมื่อต้องการตรวจสอบผลอาจใช้จำนวนต่างจากตัวอย่างข้างบนก็ได้)

ครู : “มีเท้ามากกว่ามือ หรือมีเท้าเท่ากับมือ?”

นักเรียน : “มีเท้ามากกว่ามือ” (เป็นคำตอบที่ผิด)

ครู : “ลองนับดูซิ”

นักเรียน : “มีเท้า ๔ มีมือ ๔”

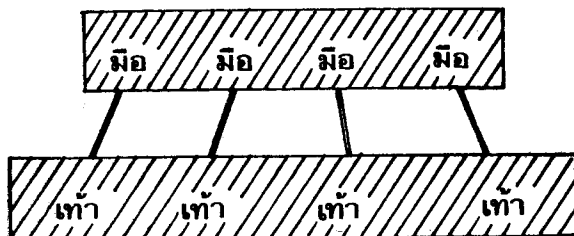
ครู : “มีเท้ามากกว่ามือ หรือมีเท้าเท่ากับมือ?”

นักเรียน : “เท้ามากกว่ามือ”

(แสดงว่านักเรียนยังไม่สามารถแยกจำนวนออกจากความยาวได้)

๓. ใช้สถานการณ์อธิบาย

๓.๑ ครูหยิบเอาริบบิ้นเล็กยาวมาตัดออกเป็น ๔ เส้น แล้วเอามาวางพาดระหว่างตัวแม่เหล็กมือกับเท้าเป็นคู่ ๆ



ครู : “มีเท้ามากกว่ามือ หรือเท้ากับมือเท่ากัน?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “ถูก มีเท้าเท่ากับมือ”

ครู : (หยิบเอาริบบิ้นเล็ก ๆ ที่วางพาดระหว่างตัวแม่เหล็กมือและเท้าออกแล้วถามใหม่)

ครู : “มีเท้ามากกว่ามือ หรือเท้ากับมือเท่ากัน?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “แล้วคนล่ะ มีมือกี่มือ?”

นักเรียน : “สองมือ”

ครู : “เท้าล่ะ มีกี่เท้า?”

นักเรียน : “สองเท้า”

ครู : “ดังนั้นคนมีมือมากกว่าเท้าใช่ไหม?”

นักเรียน : “ไม่ใช่ มีเท่ากัน”

ครู : “ถูกแล้ว คนมีมือกับเท้าเท่ากัน”

ครู : “แล้วบนกระดานนี้ล่ะ มีมือมากกว่าเท้าใช่ไหม?”

นักเรียน : “ไม่ใช่ มีมือกับเท้าเท่ากัน”

๓.๒ ครู : นักเรียนคอยดูให้คินะ ครูจะเลื่อนมืออย่างนี้ (ดูรูปข้างล่าง)



ยังมีเท้ามากกว่ามือ หรือมีเท้าเท่ากับมือ ?

นักเรียน : “มีเท่ากัน”

ครู : “เก่งมาก มีเท้ากับมือเท่ากัน”

๓.๓ รวบเอาเท้าไปไว้ข้างหนึ่ง ส่วนมือวางห่าง ๆ กันเหมือนเดิม

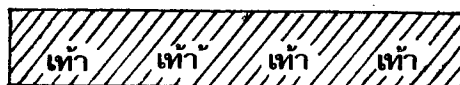
ครู : “แล้วอย่างนี้ละ มีเท้ามากกว่ามือ หรือมีเท้าเท่ากับมือ ?”



นักเรียน : “มีเท้าเท่ากับมือ”

ครู : “ถูกต้อง มีเท้าเท่ากับมือ”

๓.๔ ครู (สลับตัวแม่เหล็กรูปเท้ามาวางบนริบบิ้นอันสั้น แล้วเอาตัวแม่เหล็กรูปมือมาวางบนริบบิ้นอันยาว ดังรูป)



แล้วดำเนินการสอนเช่นตอนต้นทุกประการ

ข. ในสถานการณ์ที่แยกจำนวนออกจากพื้นที่

๑. แยกจำนวนออกจากเนื้อที่สามเหลี่ยม $\triangle$

๒. แยกจำนวนออกจากเนื้อที่สี่เหลี่ยม $\square$

ทั้งสองข้อใช้วิธีการสอนเช่นเดียวกับวิธีสอนในสถานการณ์ที่แยกจำนวนออกจากความยาว แต่อาจเปลี่ยนตัวแม่เหล็กเท่ากับมือเป็นรูปเห็ดหรือรูปหัวใจก็ได้ เพื่อไม่ให้เด็กเบื่อ

ตอนที่ ๓

เวลาที่ใช้สอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า ความยาวที่แตกต่างกันไม่ทำให้ของที่ใช้คู่กันขนาดเท่ากันเปลี่ยนจำนวนไปได้ ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนที่แล้วหรือไม่

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเอาของคู่กัน เช่น กล่องสบู่ กับฝาของมันมาเรียงให้ฝายาวขนานกันกับตัวกล่อง หรือวางกลับให้ตั้งฉากกับตัวกล่อง นักเรียนควรจะตอบได้ว่าจำนวนกล่องกับฝาเท่ากัน

อุปกรณ์

กล่องสบู่ ซึ่งประกอบด้วยตัวฝา และตัวกล่อง ๕ กล่อง

วิธีสอน

ขั้นสังเกต

ขั้นที่ ๑ สถานการณ์ที่กล่องกับฝาวางขนานกันตามยาว เปรียบเทียบกับเมื่อวางฝาทั้งฉากกับตัว

ครู : วางฝากล่องให้ยาวขนาน
กับตัวกล่อง “กล่องกับฝามีเท่ากันไหม?”

☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐

นักเรียน : “เท่า”

ครู : วางฟากล่องให้ตั้งฉากกับ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
 ตัวกล่อง “กล่องกับฟามี ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
 เท่ากันไหม?”

นักเรียน : “เท่า” (ถูก)
 “ไม่เท่า” (ผิด)

ครู : ถามผู้ที่ตอบว่าไม่เท่า
 “ฟามากกว่า หรือกล่องมากกว่า?”

นักเรียน : “มีกล่องมากกว่า”

ครู : ในกรณีที่ยังมีเด็กตอบผิดมาก ให้จับฟากล่องมีกล่อง แล้ว
 ถามว่า “มีกล่องมากกว่าฟาหรือมีกล่องเท่ากับฟา?” แล้ว
 ลองเรียงตามยาวขวางกลับไปกลับมาอย่างข้างบนนี้ ถาม
 เพื่อให้เด็กเข้าใจเองว่าคำตอบของตนไม่คงเส้นคงวา

ตอนที่ ๔

ความมุ่งหมายเฉพาะ

เพื่อให้เด็กเข้าใจว่าการจับคู่ตรงกัน จำนวนย่อมเท่ากัน ถ้าเกินโดยเพิ่มเข้ามา
 หรือขาดโดยลดจำนวนลง จำนวนจึงจะไม่เท่ากัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้เด็กจับคู่ แม้จะยืนเยื้องกัน เด็กควรจะตอบได้ว่าจำนวนเท่ากัน

เมื่อเพิ่มหรือลดจำนวนลง เด็กควรตอบได้ว่าความไม่เท่ากันนั้นเกิดจากการเพิ่มหรือ

ลดจำนวนลง

อุปกรณ์ วิธสอน

ชั้น ขั้นต้น

แบ่งนักเรียน ๒๐ คน ออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มแรกกับกลุ่มสอง กลุ่มแรกมี ๑๒ คน กลุ่มสองมี ๘ คน ซึ่งถูกแบ่งย่อยออกเป็น ๒ กลุ่ม เพื่อให้เด็กได้ทำงานร่วมกัน กลุ่มละ ๔ ครูผู้สอนจัดการกับผู้แสดง ครูผู้สอนถามกลุ่มผู้แสดง พร้อมทั้งให้กลุ่มผู้แสดงยืนยันหรือคัดค้าน

กลุ่มแรกมีนักเรียนชายหญิง ๕ คู่ และมีเศษเป็นชาย ๒ คน ให้นักเรียนชายและหญิงจับคู่กันเป็นคู่ ๆ ให้จับคู่อย่างนี้ทุกสถานการณ์

ขั้นที่ ๑ ใช้สถานการณ์ตรงกันกับการทดสอบของเพียเจต์ (โดยยังไม่ใช่เด็กที่เป็นเศษ) คือเด็กชายและหญิงเท่ากัน แต่ยืนต่าง

ก. ให้เด็กหญิงตั้งแถวยาวกว่าเด็กชาย

ครู : “แถวเด็กหญิงยาวกว่าแถวเด็กชายใช่หรือไม่ใช่?”

นักเรียน : “ใช่”

ครู : “เด็กชายมีมากกว่าเด็กหญิงใช่หรือไม่ใช่?”

นักเรียน : “ใช่” (คำตอบผิด)

ครู : “นับสิ เด็กหญิงมีมากกว่าเด็กชายกี่คน?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ข. เด็กชายตั้งแถวยาวกว่าเด็กหญิง

ครู : “แถวเด็กชายยาวกว่าเด็กหญิงใช่หรือไม่ใช่?”

นักเรียน : “ใช่”

ครู : “เด็กหญิงมีมากกว่าเด็กชายใช่หรือไม่ใช่?”

นักเรียน : “ใช่” (คำตอบผิด)

ครู : “นับสิ เด็กชายมีมากกว่าเด็กหญิงกี่คน?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ขั้นที่ ๒ เพิ่มจำนวนเด็ก

ก. ให้เด็กหญิงตั้งแถวยาวกว่าเด็กชาย โดยเอาเด็กชายเข้ามาเพิ่มแถวเด็กหญิง

๒ คน

ครู : “แถวเด็กหญิงยาวกว่าเด็กชายใช่หรือไม่ใช่?”

นักเรียน : “ใช่”

ครู : “เด็กหญิงมีมากกว่าเด็กชายใช่หรือไม่ใช่?”

นักเรียน : “ใช่” (คำตอบผิด)

ครู : “นับซิ เด็กหญิงมีมากกว่าเด็กชายกี่คน?”

นักเรียน : “เด็กชายมากกว่าเด็กหญิง ๒ คน ที่เข้ามาใหม่เมื่อ”

ข. เด็กชายตั้งแถวยาวกว่าเด็กหญิง โดยเอาเด็กชายเพิ่มเข้ามาในแถวเด็กชาย

อีก ๒ คน

ครู : “แถวเด็กชายยาวกว่าแถวเด็กหญิงใช่ไหม?”

นักเรียน : “ใช่”

ครู : “เด็กชายมีมากกว่าเด็กหญิงใช่ไหม?”

นักเรียน : “ใช่”

ครู : “นับซิมากกว่ากี่คน?”

นักเรียน : “เด็กชายมีมากกว่าเด็กหญิง ๒ คน”

ครู : “เดี๋ยวนี้แถวเด็กชายยาว แล้วจำนวนเด็กชายมากกว่าหรือน้อยกว่าเด็กหญิง?”

นักเรียน : “มากกว่า”

ครู : “เมื่อ^{๕๕}แถวเด็กชายสั้น จำนวนเด็กชายยังมากกว่าหรือน้อยกว่าเด็กหญิง?”

นักเรียน : “มากกว่า”

ครู : “มีเด็กชายมากกว่าไม่ว่าแถวจะยาวหรือสั้น ใช่หรือไม่ใช่?”

นักเรียน : “ใช่”

๕
บทที่ ๓. สถจำนวนเด็ก

ก. เด็กหญิงตั้งแฉวให้ยาวกว่าเด็กชาย โดยเอาเด็กชายออกให้เหลือเพียง ๓ คน

ครู : “แฉวเด็กหญิงยาวกว่าแฉวเด็กชายใช่ไหม ?”

นักเรียน : “ใช่”

ครู : “เด็กหญิงมีมากกว่าเด็กชายใช่ไหม ?”

นักเรียน : “ใช่” (คำตอบถูก)

ครู : “นับดูซิ”

นักเรียน : เด็กหญิงมี ๕ เด็กชายมี ๓ เด็กหญิงมากกว่าเด็กชาย ๒ คน”

ข. ให้เด็กหญิงตั้งแฉวให้สั้นกว่าแฉวเด็กชาย โดยเอาเด็กชายออกให้เหลือเพียง ๓ คน

ครู : “แฉวเด็กหญิงสั้นกว่าแฉวเด็กชายใช่ไหม ?”

นักเรียน : “ใช่”

ครู : “เด็กหญิงมีมากกว่าเด็กชายใช่ไหม ?”

นักเรียน : “ไม่ใช่” (คำตอบผิด)

ครู : “นับซิ”

นักเรียน : “เด็กหญิงมี ๕ เด็กชายมี ๓ เด็กหญิงมากกว่า”

ครู : “เมื่อักนักเรียนตอบผิดหรือถูก ?”

นักเรียน : “ผิด”

ครู : ถ้าตอบถูกจะตอบว่าถึงแฉวเด็กหญิงจะสั้นกว่า แต่เด็กหญิงก็มี....มากกว่าหรือน้อยกว่าเด็กชาย ?”

นักเรียน : “มากกว่าเด็กชาย”

ครู : “มีเด็กหญิงมากกว่าไม่ว่าแฉวเด็กหญิงจะยาวหรือสั้น ใช่หรือไม่ใช่ ?”

นักเรียน : “ใช่”

หมายเหตุ อย่าลืมให้เด็กที่แสดงตอบด้วย ถ้าเด็กมีท่าทีว่ามองตัวเองไม่เห็นให้สับเปลี่ยนผู้แสดงออกมาสังเกตบ้าง

ชั้นอธิบาย

ก. ย้อนกลับไปใช้สถานการณ์ชั้น ๓ โดยรวบรัดตามแต่จำนวน ไม่ถามความยาว แล้วถามว่า ทำไมเด็กหญิงและเด็กชายจึง ไม่เท่ากัน ต้องการให้เด็กอธิบายได้ว่า เพราะครูเอาเด็กชายออกไป ๒ คน

ข. ย้อนกลับไปใช้สถานการณ์ชั้น ๒ โดยรวบรัดตามแต่จำนวน ไม่ถามความยาว แล้วถามว่า ทำไมเด็กหญิงและเด็กชายจึง ไม่เท่ากัน ต้องการให้เด็ก อธิบาย ได้ว่า เพราะครูเอาเด็กชายเพิ่มเข้ามา ๒ คน

ค. ย้อนกลับไปใช้สถานการณ์ชั้น ๑ โดยรวบรัดตามแต่จำนวน ไม่ถามความยาว (ซึ่งเด็กจะตอบถูก) แล้วถามว่า ทำไมเด็กหญิงและเด็กชายจึงมีจำนวน เท่ากัน ต้องการให้เด็ก อธิบายได้ว่า เพราะครูไม่ได้เอาเด็กชายเข้ามาเพิ่มหรือลดจำนวนลง

ชั้นทำนาย ให้เอาริบบิ้นมากองไว้ แต่ยังไม่ให้เด็กถือ

ก. ใช้สถานการณ์ชั้น ๓ ถามว่า “ทำอย่างไรเด็กหญิงและเด็กชายจึงจะเท่ากัน ?”

- ต้องการให้เด็กคาดคะเนว่าถ้าเอาเด็กชายเข้ามา ๒ คน เด็กชายและหญิงจะมีเท่ากัน
- ต้องการให้เด็กพิสูจน์โดยไปเอาเด็กชายเข้ามา ๒ คน จริง ๆ แล้วพิสูจน์ให้ครูดูโดยให้จับริบบิ้นคู่กับเด็กหญิง วิธีถามให้เน้นถามว่า “ทำอย่างไรจะให้ครูเชื่อว่าเท่าจริง ๆ ?”

ข. ใช้สถานการณ์ชั้น ๒ ถามว่า “ทำอย่างไรเด็กหญิงและเด็กชายจึงจะเท่ากัน ?”

- ต้องการให้เด็กคาดคะเน ถ้าเอาเด็กชายออกไป ๒ คน เด็กชายและเด็กหญิงจะมีเท่ากัน
- ต้องการให้เด็กพิสูจน์ โดยให้เด็กหญิงและเด็กชายจับริบบิ้นคู่กัน แล้วเอาเด็กที่เหลือออกไป

ค. ใช้สถานการณ์ชั้น ๓ ถามว่า “ทำอย่างไรเด็กจึงจะไม่เท่ากัน ?”

- ต้องการให้เด็กคาดคะเน ต้องเอาเด็กอื่นเข้ามา หรือเอาออกไปก็ได้
- ต้องการให้เด็กพิสูจน์ โดยให้เอาเข้ามาหรือเอาออกไปตามที่พูดแล้วให้จับคู่

ชั้น ขบวนการ

ก. ถ้าเอาเด็กหญิงเข้ามาเพิ่มบ้าง โดยทั้งแถวให้เห็นว่าแถวเด็กหญิงสั้นกว่าแถวเด็กชาย เด็กควรจะตอบได้เองว่า เด็กหญิงมีมากกว่าเด็กชาย

ข. ถ้าบอกให้เด็กนับว่า ขณะนี้มีเด็กอยู่ในห้อง ๒๐ คน แล้วพาเด็กออกไปที่สนามให้วิ่งเต็มสนาม และถามถามเด็กทีละคนให้มองดูเพื่อน ๆ ถามว่า ขณะนี้เด็กในสนามมีมากกว่าเด็กในห้องเรียนเมื่อไหร่หรือไม่ เด็กควรจะตอบได้ว่าเท่าเดิม คือมี ๒๐ คน

ค. ถ้าให้เด็กเข้าห้องน้ำบ้าง อยู่ในสนามบ้าง อยู่ในห้องเรียนบ้าง ถามว่า ขณะนี้เด็กทั้ง ๒๐ คน ยังอยู่ในโรงเรียนครบหรือว่าเหลืออยู่เพียงแค่ว่าเด็กเห็น เด็กควรจะตอบได้ว่ายังอยู่ทั้ง ๒๐ คน.

ภาคผนวก ๑๔

บทเรียนที่ ๒

สังกัปการอนุรักษ์ความยาว

ตอนที่ ๑

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้เด็กรู้จักการวัด
๒. ให้เด็กรู้จักคำดังต่อไปนี้คือ ยาว สั้น ยาวกว่า สั้นกว่า ยาวที่สุด และสั้นที่สุด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เมื่อครูจัดสถานการณ์สิ่งเร้าให้กับเด็กคือ บอกให้เด็กดูไม้ในมือของตนว่ายาวเท่ากับกระดาษที่ให้ในวงใบ เด็กรู้จักเอาไม้ที่มีอยู่ไปเทียบกับกระดาษที่วางไว้ แล้วสามารถจะเลือกวงที่ไม้ในมือตนเท่ากับกระดาษที่วางอยู่ในแต่ละวงได้
๒. เมื่อครูจัดสถานการณ์สิ่งเร้าให้กับเด็กคือ ถามเด็กว่าในบรรดาไม้ ๕ ไม้ ที่จัดวางในวงต่าง ๆ ไม้ใดยาวกว่าไม้ใด หรือไม้ใดสั้นกว่าไม้ใด หรือไม้ใดเท่ากัน หรือไม้ใดยาวที่สุด หรือไม้ใดสั้นที่สุด เด็กจะเอาไม้เหล่านั้นมาเทียบกันดู และถ้าเด็กเข้าใจในคำว่า ยาวกว่า สั้นกว่า ยาวที่สุด และสั้นที่สุด เด็กจะตอบคำถามของครูได้ถูกต้อง

อุปกรณ์

๑. แท่งไม้สีต่าง ๆ มีสีแดง สีน้ำตาลแก่ สีเขียวแก่ สีเหลือง และสีชมพู อย่างละ ๔ แท่ง โดยตัดให้มีขนาดความยาวลดหลั่นกันดังนี้คือ สีชมพูสั้นที่สุด ถัดไปเป็นสีเหลือง และสีเขียวแก่ ต่อไปเป็นสีน้ำตาลแก่ ส่วนสีแดงจะยาวที่สุด

นอกจากนั้นยังมีแท่งไม้สีขาวและสีแดงแท่งสั้น ๆ โดยสีแดงยาวกว่าสีขาวเล็กน้อย จำนวนประมาณอย่างละ ๑๐ แท่ง

๑๔๒

๒. กระจกเงาซึ่งตัดให้มีขนาดเท่ากับแท่งไม้สีแสด สีน้ำตาลแก่ สีเขียวแก่ สีเหลือง และสีชมพู

๓. สก็อตเทป

ลำดับขั้นของการสอน

ขั้นเตรียมความพร้อม

ขั้นที่ ๑ สังเกตความยาว และรู้จักเปรียบเทียบหรือวัด

ครูผู้ช่วย : เขียนวงกลมลงบนพื้นห้อง ๕ วง ในแต่ละวงให้ใช้กระจกเงาที่ตัดเตรียมไว้ ๕ ชิ้น วางติดกับพื้นวงกลมละ ๑ ชิ้น ติดด้วยสก็อตเทป (กระจกเงาที่ตัดเตรียมไว้ให้มีขนาดดังต่อไปนี้

๑. แท่งสีแสด

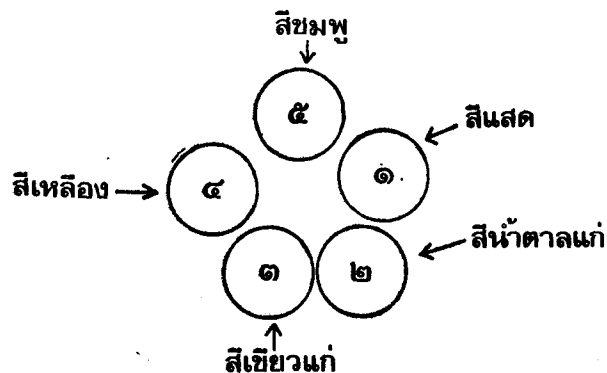
๒. แท่งสีน้ำตาลแก่

๓. แท่งสีเขียวแก่

๔. แท่งสีเหลือง

๕. แท่งสีชมพู

จงเขียนให้วงกลมทั้ง ๕ วง เรียงกันเป็นรูปกลีบดอกไม้ม



ครูผู้สอน : วางแท่งสี่แสด ๔ แท่ง น้ำตาล ๔ แท่ง เหลือง ๔ แท่ง และชมพู ๔ แท่ง ปน ๆ กับบนโต๊ะครู ให้เด็กเข้าแถวมาหยิบไปคนละ ๑ แท่ง ตามใจชอบ

นักเรียน : จะยืนเป็น ๕ กลุ่ม

ครู : “ขอให้ทุกคนดูว่า ไม้ที่ถืออยู่มีขนาดเท่ากับชิ้นกระดาษในวงกลมอันไหน ถ้าเท่าก็ให้เข้าไปนั่งในวงกลมนั้น”

- นักเรียน : ๑. ถ้าไปเป็นกลุ่มก็แสดงว่าเด็กรู้ว่าจะต้องอยู่ในวงกลมเดียวกันเพราะไม้เท่ากัน ถ้ากลับแยกจากกลุ่มซึ่งจัดไว้แล้วแสดงว่าเด็กมัวคิดถึงแต่ไม้ของตน ซึ่งจะต้องไปเปรียบเทียบกับชิ้นกระดาษหาความสามารถในการสรุปครอบคลุม
๒. ถ้าเด็กสังเกตเห็นความยาว และคาดคะเนได้ใกล้เคียง หรือถูกต้องว่าตนควรไปนั่งวงไหน ก็แสดงว่าเด็กมีการสังเกต
๓. ถ้าเด็กเอาไม้ไปเทียบกับชิ้นกระดาษ ก็แสดงว่าเด็กรู้จักวัด
๔. ถ้าเด็กนั่งผิดที่ ก็แสดงว่าไม่รู้ทั้ง ๓ อย่าง ให้เด็กเทียบไม้ของตนกับของเพื่อน ๆ และกับชิ้นกระดาษแล้วย้ายที่ ทั้งหมดนี้ครูสังเกตว่าเด็กใช้การสังเกตเพียงใดหรือไม่

ขั้น ๒ บทที่ ๒

สังเกตความเท่ากัน ยาวกว่า สั้นกว่า สั้นที่สุด ยาวที่สุด ให้เปรียบเทียบไม้ของตนอีกครั้งหนึ่งว่ายาวเท่ากันในวงกลมเดียวกัน

ให้เด็กเปรียบเทียบไม้ของตนอีกครั้งว่ายาวต่างกันกับวงกลมอื่น ๆ โดยให้เด็กทั้งหมดในวงกลมที่ ๑ (สี่แสด) เปรียบไม้ของตนกับไม้ของเด็กในวงกลมที่ ๒ (สีน้ำตาล) ให้นักเรียนทั้งหมดพูดว่าแท่งสี่แสดยาวกว่าแท่งสีน้ำตาล และแท่งสีน้ำตาลสั้นกว่าแท่งสี่แสด วนไปรอบถึงวงกลมที่ ๕ กับ ๑ ให้พูดว่า แท่งสี่แสดยาวกว่าแท่งสีชมพู และแท่งสีชมพูสั้นกว่าแท่งสี่แสด ให้นักเรียนทั้งหมดสรุปได้ว่าแท่งสี่แสดยาวที่สุด สีชมพูสั้นที่สุด

ให้เด็กสังเกตเพื่อต่อความยาวให้ถูกต้อง เอาแท่งไม้สีขาวและสีแดงวางที่ใจกลาง
เกษรของกลีบวงกลมเพื่อให้เด็กทุกคนหยิบถึง เริ่มจากวงกลมที่ ๑-๒ (สีแดง-สีน้ำตาล) ให้
เด็กในวงกลม ๒ หาวจะใช้แท่งขาวหรือแดงมาต่อของตนให้เท่ากับแท่งสีแดง ให้เด็กที่อยู่ใน
วง ๑, ๓, ๔, ๕ คอยบอกว่าผิดหรือถูก ให้เด็กในวงกลม ๑ และ ๒ พูกว่า แท่งสีแดงยาวเท่า
กับแท่งสีน้ำตาลต่อกับแท่งสีแดง วนไปอย่างนั้นจนรอบวง

ตอนที่ ๒

เวลาที่กำหนดในการสอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้เด็กเกิดสังเกตความคงที่ของความยาว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อครูวางพรมน้ำมัน ๒ ท่อนที่มีขนาดยาวเท่ากัน โดยวางให้อยู่ในลักษณะใดก็ตาม
เด็กก็ควรจะตอบได้ว่า พรมน้ำมัน ๒ ท่อนนั้นยาวเท่ากัน

อุปกรณ์

พรมน้ำมัน ๕ ท่อน ขนาดยาวเท่ากัน ๔ ท่อน เป็นสีแดง ส่วนอีก ๑ ท่อนเป็น
สีน้ำตาล มีขนาดสั้นกว่า

ลำดับขั้นของการสอน

ตอนที่ ๒.๑

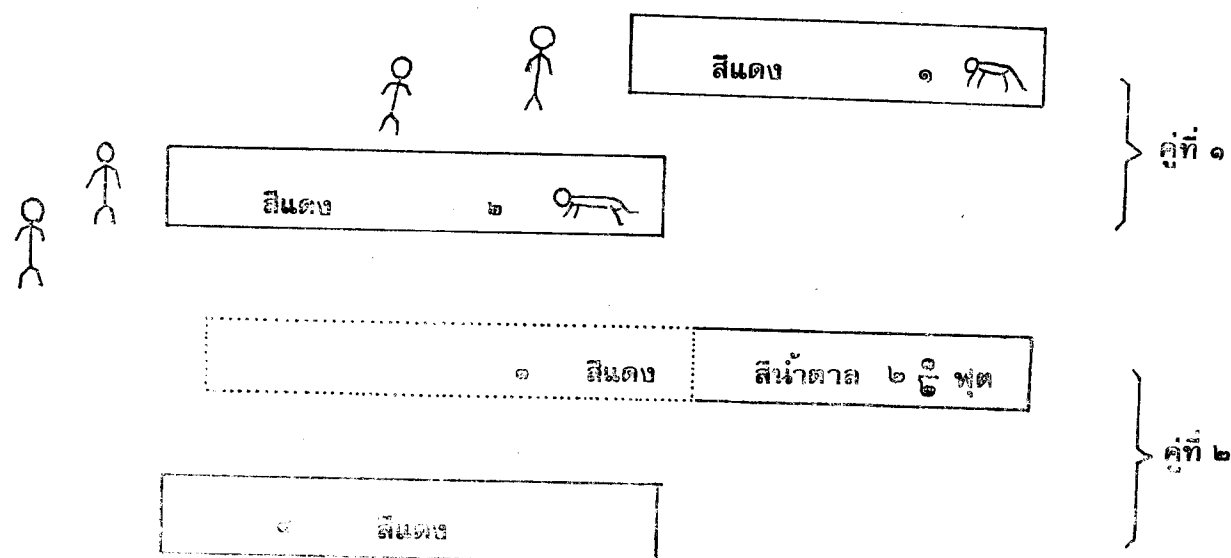
๑. ขั้นสังเกต

ขั้นที่ ๑ เปรียบเทียบพรมน้ำมัน ๒ ท่อนที่เท่ากัน

ครู : ก. วางให้ตรงกัน ถามว่าเท่ากันไหม และให้เด็กคลานแข่งกัน โดย
ให้เด็กพูกว่าเด็กทั้งสองคลานได้ระยะทางเท่ากัน ถึงแม้คนหนึ่งจะ
เร็วกว่าอีกคนหนึ่งก็ตาม (ถ้าบังเอิญเด็กถึงไม่พร้อมกัน)

- ข. ให้เด็กคนเดียวกัน กลานบนพรมทั้ง ๒ ท่อน ถามว่ากลานไ้ระยะไกลเท่ากันไหมบนพรมน้ำมันสองผืนนี้
- ค. เลื่อนให้พรมน้ำมันสองชิ้นเยื้องกันตามสถานการณ์ทดสอบ ถามว่าเท่ากันไหม เมื่อทดสอบว่าเด็กยังคงไม่มีสังกัด หรือว่ามีแล้ว
- ง. ถ้ายังไม่มีสังกัด ให้กลานเข้าบนพรมทั้ง ๒ ท่อน ถามว่ากลานไกลเท่ากันไหม

ขั้นที่ ๒ เปรียบเทียบพรมน้ำมัน ๒ ท่อน ท่อนหนึ่งยาวเท่าก่อนมาตรฐานที่ใช้ในขั้นที่ ๑ อีกท่อนหนึ่งยาวกว่าก่อนมาตรฐาน ประมาณ $2\frac{1}{2}$ ฟุต (ใช้พรมสีน้ำตาลตัดต่อกับสีแดง) วางพรมทั้ง ๔ ในลักษณะต่อไปนี้



ครู : “พรมน้ำมันคูที่ ๑ กับคูที่ ๒ มีอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน?”

นักเรียน : ควรจะเห็นพรมทั้ง ๓ ท่อนยาวเท่ากัน และอีกท่อนหนึ่งเป็นสองสีต่อกัน

ครู : ใช้เด็กที่กลานเร็วเท่ากัน เอาคูที่เคยแข่งในขั้นที่ ๑ มาแข่งใหม่ ให้เพื่อน ๆ มากอยเซียร์ผู้ที่จะแข่งอยู่ทางซ้ายของพรมน้ำมันตามรูป ถามพวกนี้และผู้ที่จะแข่งว่าคนไหนจะกลานมาสุดที่พรมน้ำมันก่อนกัน

- นักเรียน : อาจจะตอบว่า คนที่อยู่บนพรมน้ำมันเบอร์ ๒ จะต้องมาถึงช้ากว่า เพราะต้องกลานยาวกว่าคนที่อยู่บนพรมน้ำมันเบอร์ ๑ (ตอบผิดเพราะยังไม่มีสิ่งกับ)
- ครู : ให้ลงมือแข่ง ในกรณีที่หาเด็กกลานเร็วเท่ากันมาได้ เด็กจะถึงพร้อมกัน (นักเรียนจะรู้ตัวว่าทายผิด) ครูย้ายคู่แข่งชั้นคู่เดิมมาบนพรมน้ำมันคู่ที่ ๒ ให้นักเรียนที่เป็นกองเชียร์ชี้ว่าใครจะถึงช้ากว่าเพราะทางยาวกว่า
- นักเรียน : ช้พรมน้ำมันเส้นที่ ๔ (เหตุที่เป็นเช่นนั้นเพราะมองอย่างเดียวกับที่ชี้เส้นที่ ๒ ในคู่ที่ ๑ ก็มองเฉพาะข้างซ้าย แต่พอแข่งกันจริง เด็กบนพรมน้ำมันเส้นที่ ๓ จะมาถึงช้า เพราะพรมน้ำมันยาวกว่า)
- ครู : ให้เด็กแต่ละคนกลานบนพรมน้ำมันเลขที่ ๓ และ ๔ เพื่อเปรียบเทียบกัน ถามว่าอันไหนไกลกว่ากัน

๒. ขนอธิบาย

- ครู : “ทำไมเมื่อถึงพร้อมกัน คราวนี้ทำไมช้า?”
- นักเรียน : (ควรจะสังเกตเห็นพรมน้ำมันที่ต่อออกไปให้ยาวขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุและบอกได้) “เป็นเพราะพรมน้ำมันเลขที่ ๓ ยาวกว่าจริง ๆ”
- ครู : “คราวที่แล้วละ นักเรียนทายว่าคนบนพรมน้ำมันที่ ๒ จะถึงช้ากว่า เพราะพรมน้ำมันยาวกว่า แต่ทำไมเขาจึงกลานมาถึงพร้อมกัน?”
- นักเรียน : “เพราะพรมน้ำมันยาวเท่ากัน”

๓. ขนทำนาย

- ครู : “ทำอย่างไรจึงจะรู้ว่าพรมคู่ที่ ๑ กับคู่ที่ ๒ อันไหนเท่ากัน?”
- นักเรียน : “เลื่อนให้ตรงกัน” และพิสูจน์ได้ด้วยการเลื่อน และเปรียบเทียบกันได้ทั้ง ๒ คู่
- ครู : “คราวนี้ถ้าเอาคนที่กลานเร็วเท่ากันอย่างเมื่อกันมาแข่งบนพรมน้ำมันคู่ที่ ๑ กับคู่ที่ ๒ คู่ไหนเขาจะถึงพร้อมกัน คู่ไหนคนหนึ่งถึงก่อนอีกคนหนึ่งถึงทีหลัง?”

นักเรียน : “คู่ที่อยู่บนพรมน้ำมันคู่ที่ ๑ จะถึงพร้อมกัน คู่ที่อยู่บนพรมน้ำมันคู่ที่ ๒ (ถ้าเรียกไม่เป็นอาจใช้วิธีชี้) คนที่ถึงทีหลังคือคนที่อยู่บนพรมน้ำมันที่มีสีน้ำตาลต่อกับสีแดง เหมือนที่เราแข่งกันเมื่อสักครู่นี้”

๔. ขนคววม

ครู : เลื่อนพรมน้ำมันทั้ง ๒ คู่ ให้อยู่ในสถานการณ์ทดสอบ คือหล่อมกันแล้วชี้ด้านที่หล่อมกันอยู่ “ถ้าเอาคนที่คลานเร็วเท่ากันอย่างเมื่อก่อน มาแข่งบนพรมคู่ที่ ๑ กับคู่ที่ ๒ คู่ไหนเขาจะถึงตรงนี้พร้อมกัน คู่ไหนคนหนึ่งถึงก่อน อีกคนหนึ่งถึงทีหลัง?”

นักเรียน : “คู่ที่หนึ่งถึงพร้อมกัน คู่ที่ ๒ จะไม่ถึงพร้อมกัน คนบนพรมน้ำมันเลขที่ ๓ จะถึงช้ากว่าเพื่อน”

ตอนที่ ๒.๒

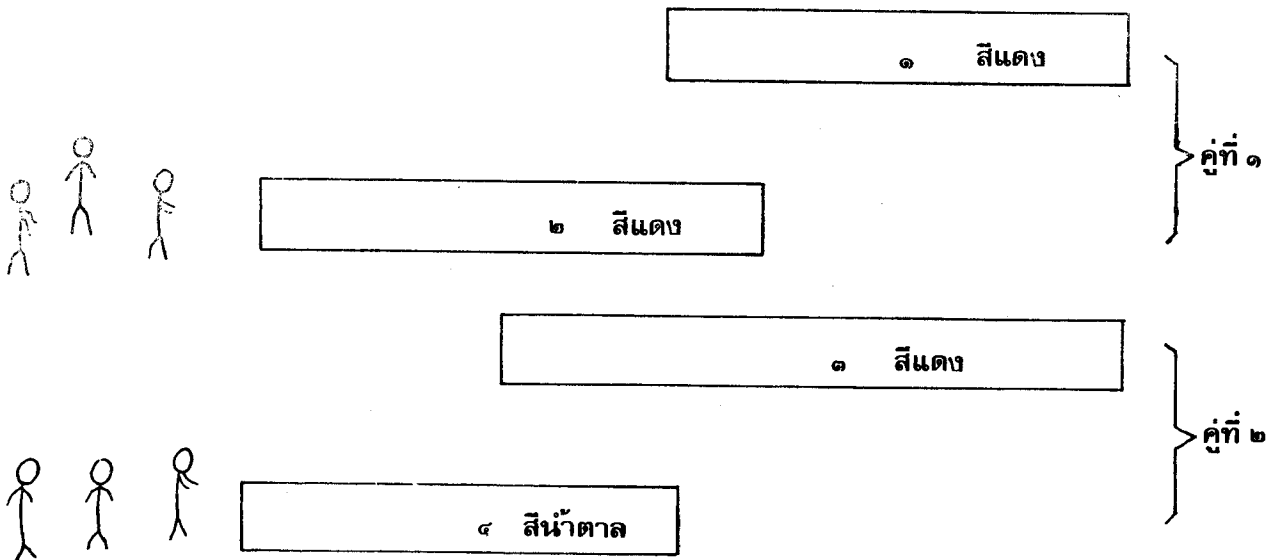
การสอนในตอนที ๒.๒ นี้ ใช้สำหรับประเมินผลในการเรียนตอนที่ ๑

ขั้นที่ ๑ เปรียบเทียบพรมน้ำมัน ๒ ท่อนที่เท่ากัน

ก. วางให้ตรงกัน ให้เด็กแข่งอีก แล้วจับคู่ที่คลานเร็วเท่ากันอีกคู่หนึ่งมาเตรียมไว้

ข. ใช้สถานการณ์ทดสอบ เพื่อทดสอบว่าเด็กยังคงไม่มีสังกัด หรือว่ามีแล้ว

ขั้นที่ ๒ เปรียบเทียบตามรูปต่อไปนี้



- ครู : ใช้เด็กที่กลานเร็วเท่ากัน เอาคู่ที่เคยแข่งในชั้นที่ ๑ มาแข่งใหม่ ให้เพื่อน ๆ มาคอยให้กำลังใจ ผู้ที่จะแข่งอยู่ทางซ้ายของพรมน้ำมันตามรูปตามพวกนี้และผู้ที่จะแข่งว่า คนไหนจะกลานมาสุดที่พรมน้ำมันก่อน
- นักเรียน : ควรจะตอบว่า คนที่อยู่บนพรมน้ำมันเลขที่ ๒ จะต้องมาถึงช้ากว่า เพราะต้องกลานยาวกว่าคนที่อยู่บนพรมน้ำมันเลขที่ ๑ (ตอบผิดเพราะยังไม่มีสิ่งกีดขวาง)
- ครู : ให้ลงมือแข่งได้ ในกรณีที่หาเด็กกลานเร็วเท่ากันมาได้ เด็กจะถึงพร้อมกัน (นักเรียนจะรู้ตัวว่าทายผิด) ครูย้ายคู่แข่งคู่เดิมมาบนพรมน้ำมันคู่ที่ ๒ ให้นักเรียนที่เป็นกองเชียร์ชี้ว่าใครจะถึงช้ากว่า เพราะทางยาวกว่า
- นักเรียน : เด็กที่พรมน้ำมันเลขที่ ๔ (ควรจะเป็นเพราะมองอย่างเดียวกับที่ชี้เส้นที่ ๒ ในคู่ที่ ๑ คือมองเฉพาะข้างซ้าย) พอแข่งกันเด็กบนพรมน้ำมันเส้นที่ ๔ จะมาถึงเร็ว (ผิดกับชั้นสังเกตในตอนที่ ๑)
- ครู : “ทำไมเมื่อกี้ถึงพร้อมกัน คราวนี้คนนี้ (บนพรมที่ ๔) ทำไมกลานเร็วกว่าคนโน้น ? (บนพรมน้ำมันที่ ๓)”
- นักเรียน : (ควรสังเกตเห็นพรมน้ำมันที่ ๔ ซึ่งยาวมากกว่าพรมน้ำมันที่ ๓ เฉพาะส่วนที่ยื่นออกมาทางซ้าย แต่สั้นกว่าพรมน้ำมันที่ ๓ มาก) “เป็นเพราะพรมน้ำมันที่ ๔ สั้นกว่าพรมน้ำมันที่ ๓ มาก”
-

ภาคผนวก ๑๕

บทเรียนที่ ๓

สภักดิ์การจัดลำดับ

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

ให้เด็กรู้และเข้าใจคำต่าง ๆ ต่อไปนี้คือ สูง เที้ย สูงกว่า เที้ยกว่า สูงที่สุด เที้ยที่สุด และให้เด็กสามารถเรียงความสูงตามลำดับได้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักเรียนสังเกตการเล่นงูกินหาง นักเรียนควรจะสามารถ

๑. วิเคราะห์ คือแยกลักษณะสูงต่ำออกจากกันได้ ถูกต้องตามความหมายของคำว่า “สูงกว่า.....”

๒. สามารถจัดให้เพื่อนเรียงตามลำดับความสูงได้ถูกต้อง

อุปกรณ์

นักเรียนในชั้นเรียน

ลำดับขั้นของการสอน

๑. ขนสังเกต

ครู : “ใครเคยเล่นงูกินหางมาบ้างแล้ว คนเคยเล่นมาอยู่ทางนี้ (ซ้ายมือของห้อง) คนไม่เคยเล่นอยู่ทางนี้ (ขวามือของห้อง แล้วแบ่งกลุ่มที่เคยเล่นแล้วออกเป็น ๒ กลุ่ม)”

“กลุ่มนี้ (กลุ่มที่หนึ่งซึ่งเคยเล่น) ลองเล่นซิ นอกนั้นให้ดูเพื่อน”

นักเรียน : (กลุ่มที่ได้รับคำสั่งให้เล่นก็จัดแถว กลุ่มอื่นสังเกต)

ครู : (ถามกลุ่มผู้สังเกตที่เล่นเป็น) “เพื่อนเขาเล่นลูกใหม่?”

นักเรียน : “ลูก” (ถ้าเพื่อนเรียงลำดับจากสูงมาต่ำ)

“ผิด” (ถ้าเพื่อนไม่เรียงตามลำดับ)

ครู : (ถ้าไม่ถูก (ผิด) ให้กลุ่มผู้สังเกตที่เคยเล่นลองเล่นบ้าง ถ้ายังไม่ถูก ให้ครูช่วย ถ้าถูกให้กลุ่มผู้สังเกตที่เคยเล่นลองเล่นอย่างที่ดีที่ผิด เด็กอาจจะงง เพราะไม่เข้าใจว่าอย่างที่ดีที่เป็นอย่างไร จึงให้ครูช่วยจัดลำดับอย่างที่ดีให้)

(ถามกลุ่มสังเกตที่ไม่เคยเล่น) “นักเรียนเห็นกลุ่มลูกกับกลุ่มผิดเหมือนกัน หรือต่างกันอย่างไร?”

นักเรียน : กลุ่มลูก คนสูงที่สุดจะต้องอยู่หัวแถว แล้วค่อย ๆ เติบโตลงมาถึงเตี้ยที่สุด กลุ่มผิด สูง ๆ ต่ำ ๆ

๒. ขนอธิบาย

ครู : “ทำไมเราจึงถือว่ากลุ่มลูกต้องมีคนสูงที่สุดอยู่หัวแถว แล้วค่อย ๆ เติบโตลงมาถึงคนที่เตี้ยที่สุด ขอให้คนที่เล่นเป็นคนตอบ จะได้ช่วยเพื่อนที่ยังเล่นไม่เป็นให้เข้าใจ?”

นักเรียน : “คนที่สูงที่สุดเป็นแม่ ลูกคนโต ลูกคนรอง ๆ จนถึงลูกคนเล็ก”

ครู : “ทำไมสูง ๆ ต่ำ ๆ ไม่ได้หรือ?”

นักเรียน : “ไม่ได้ ไม่ถูก”

ครู : “น้องคนสุดท้ายจะต้องสูงที่สุดหรือเตี้ยที่สุด?”

นักเรียน : “เตี้ยที่สุด”

ครู : “น้องคนสุดท้ายจะต้องอยู่หัวแถวหรือหางแถว”

นักเรียน : “จะต้องอยู่หางแถว”

๓. ขนทำนาย

ครู : “นักเรียนรู้แล้วว่า พ่อจะไล่กินลูก ส่วนแม่จะคอยป้องกัน ลูกตัวไหนจะถูกกินง่ายที่สุดเพราะอะไร?”

นักเรียน : “ตัวเล็ก เพราะอยู่ข้างหลังสุด”
(คำตอบที่ถูกคือ ตัวเล็ก เพราะขาสั้นที่สุด วิ่งช้า ไม่ทันกับการกวัดไกวท่อนาง)

ครู : “ถ้าให้พี่คนโตมาอยู่หางแถวบ้าง แล้วค่อย ๆ เรียงลดหลั่นกันตามลำดับใหญ่ไปจนถึงน้องสุดท้องอยู่ติดแม่ พี่คนโตจะถูกกินง่ายไหม?”
(คำตอบผิด คือทำนายผิด)

นักเรียน : “เหมือนกับน้องสุดท้อง เพราะอยู่ข้างหลังสุดถูกกินก่อน” (คำตอบนี้ นักเรียนทำนายผิด)

ครู : “ลองดูไหม?” (จับกลุ่มที่ยืนสูง ๆ ต่ำ ๆ ให้เรียงต่อตัวแม่จากต่ำมาหาสูงตรงข้ามกับอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งต่อตัวแม่จากสูงไปหาต่ำแล้วให้เล่น* ผลควรจะเป็นน้องสุดท้องที่อยู่ท้ายแถว ถูกจับตัวได้ก่อนที่คนโตที่แล้วย้ายแถว) “เป็นอย่างไร? ใครถูกกินก่อน? เพราะอะไร?”

นักเรียน : “น้องเล็กถูกกินก่อน เพราะขาสั้นวิ่งไม่ทัน พี่คนโตขायาวกว่า วิ่งทัน”
(ในกรณีที่เกิดที่เป็นลูกตัวเล็กเกิดวิ่งเก่งผิดปกติ ให้หาเด็กคนโตที่วิ่งเก่งเท่า ๆ กันมาเป็นพี่คนโต อาจลองให้วิ่งแข่งกันดูเดี๋ยวนั้นก็ได้)
(คำตอบถูก ทำนายถูก)

นักเรียน : “พี่คนโตจะถูกกินยากกว่า เพราะโตกว่า ขायาวกว่า วิ่งเร็วกว่า”

ครู : “ลองดูไหม?” (ให้กลุ่มทดลองลองปฏิบัติแบบเดียวกัน เพราะจำเป็นต้องพิสูจน์)

“เก่งมาก นักเรียนทายถูก”

* อาจใช้เป็นกลุ่มเดียวกัน สดับกันเล่น คือครั้งแรกเรียงจากสูงมาหาต่ำ แล้วให้เด็กสลับที่โดยหันหลังกลับเอาหางแถวเดิมมาเกาะท้ายแม่ ดังนั้นหัวแถวเดิมก็จะกลายเป็นหางแถว

๔. ขนควมคุมและสร้างสรรค

ครู : “ถ้านักเรียนจะเล่นงูกับเด็กอื่น ๆ ที่ไม่รู้ความลับของเราวันนี้ แล้วนักเรียนเล่นเป็นตัวแมงู นักเรียนจะจัดแถวอย่างไรจึงจะให้พ่องู จับลูกได้ยาก จากเตี้ยไปหาสูง หรือจากสูงไปหาเตี้ย ?”

นักเรียน : “จากเตี้ยไปหาสูง”

ครู : “ถ้านักเรียนเล่นเป็นพ่องู จะจัดเหมือนเมื่อกันไหม ? เพราะอะไร ?”

นักเรียน : “ไม่เหมือน จะจัดต่อจากแมงูจากสูงไปหาเตี้ย เพราะจะได้จับตัวง่าย ๆ”

ตอนที่ ๒

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๒ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. เมื่อเรียงอุปกรณ์การสอนให้ช่วงของอัตราส่วนเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่สม่ำเสมอแบบหนึ่ง เปรียบเทียบกับการเรียงให้ช่วงของอัตราส่วนเพิ่มขึ้นหรือลดลงสม่ำเสมออีกแบบหนึ่ง นักเรียนควรจะสามารรถเห็นความแตกต่างของการเรียงลำดับ และสามารถอธิบายได้ว่า เหตุใดจึงเรียงได้ ๒ แบบ

๒. นักเรียนควรจะสามารรถทำนายได้ว่า ช่วงที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ นั้น มีความยาวระหว่างช่วงไม่เท่ากัน ส่วนช่วงที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ นั้นมีความยาวระหว่างช่วงไม่เท่ากัน

๓. นักเรียนควรจะสามารรถจัดวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ ได้ทั้ง ๒ แบบ

อุปกรณ์

๑. ไม้ ๒ อัน มีความยาวไม่เท่ากัน

๒. ชุดบันไดเลข

๓. แท่งไม้สี่เหลี่ยมซึ่งสูงต่ำไม่เท่ากัน

๔. บันได ๓ อัน มีอัตราการเพิ่มเท่ากัน (ความจริงบันได ๓ อันนี้แต่ละอันมีขั้นเท่ากันจริงอยู่ แต่จะมีขั้นขึ้นที่ ๑ อัน ขั้นกลาง ๑ อัน และขั้นห่าง ๑ อัน) บันได ๑ อัน มีอัตราการเพิ่มไม่เท่ากัน

๕. บล็อกไม้ที่นำมาต่อเป็นขั้นบันไดได้

๖. เชือก ๑ เส้น

ลำดับขั้นของการสอน

ครู : “นักเรียนลองดูไม้ ๒ แท่งนี้ (ไม้ ๒ แท่งยาวไม่เท่ากัน แท่งสีฟ้ายาวกว่าแท่งสีแดง) แท่งไหนยาวกว่ากัน” ครูหยิบไม้สีฟ้ามาเปรียบกับไม้สีแดงโดยให้ฐานของไม้เสมอกัน

นักเรียน : “สีฟ้า”

ครู : (ส่งไม้ให้) “ทำอย่างไรจึงจะรู้ว่าอันไหนยาวกว่าอันไหน?”

นักเรียน : (เอาไม้ประกบกัน และตั้งให้ฐานเสมอกัน)

ครู : “ลองเอามือวัดพนักเก้าอี้ ยาวแค่ไหน?”

ระหว่างนักเรียนวัดกันด้วยคืบของนักเรียนเอง ครูก็เอาคืบของครูวัดบ้าง และให้สังเกตว่าวัดได้ไม่เท่ากัน ต่อจากนั้นครูส่งไม้แท่งหนึ่งให้นักเรียนวัดทุกคน และครูก็ใช้แท่งนั้นวัดด้วย

นักเรียน : สรุปได้ว่า “ไม้วัดได้ดีกว่ามือ”

๑ ขั้นสังเกต

ครู : (เรียกเด็กออกมา ๒ คน ส่งไม้แท่งสีขนาดเท่ากัน แต่สูงต่ำต่างกันมาก บ้าง น้อยบ้าง ให้เด็กคนหนึ่ง และส่งไม้แท่งสีต่าง ๆ ชุดบันไดเลขให้เด็กอีกคนหนึ่ง)

“หนูลองเรียงของที่ครูให้บนโต๊ะครูซิ ต่างคนต่างเรียงแบบงูกินหาง เพื่อน ๆ ช่วยกันดูนะ” (ผลการเรียงจะได้สองแบบ คือแบบที่ช่วงของ อัตราส่วนการเพิ่มหรือการลดสม่ำเสมอ เมื่อใช้ไม้แท่งสี่ชุดบันไดเลข และแบบที่ช่วงของอัตราส่วนการเพิ่มหรือการลดไม่สม่ำเสมอ เมื่อใช้ไม้แท่งสี่สูงต่ำไม่เท่ากัน) “การเรียงลำดับของ ๒ คนนี้เหมือนกันไหม?”

(ถ้าเหมือนกัน เหมือนกันอย่างไร? ถ้าไม่เหมือนกัน ไม่เหมือนกันอย่างไร?)

นักเรียน : “ไม่เหมือนกัน อันนี้ (ชุดบันไดเลข) เหมือนกะได อันนั้นเรียงจากสูงมาหาต่ำ (หรือเรียงจากต่ำมาหาสูง) ก็จริงแต่ไม่ขึ้นหรือลงเท่า ๆ กัน” (คำตอบผิด)

นักเรียน : “เหมือนกัน เพราะเรียงจากสูงมาหาต่ำเหมือนกัน”

ครู : “อันนี้ (ชุดบันไดเลข) เหมือนกับอะไรที่บ้านที่นักเรียนขึ้น ๆ ลง ๆ ทุกวัน?”

นักเรียน : “ขึ้นกะได”

ครู : “อันนี้ละ (ไม้แท่งสี่ที่สูงต่ำไม่เท่ากัน) เหมือนขึ้นกะไดไหม?”

นักเรียน : “ไม่เหมือนกัน เป็นขั้น ๆ เหมือนกัน แต่ไม่เหมือนกัน”

๒. ขันอธิบาย

ครู : “ทำไม ๒ อันนี้จึงไม่เท่ากัน?”
(คำตอบถูก)

นักเรียน : “เพราะขึ้นกะไดอันนี้ใช้ไม้ที่สูงกว่ากันเป็นขั้น ช่วยละเท่า ๆ กัน ส่วนอันที่ไม่เป็นขั้นกะไดใช้ไม้ที่สูงกว่ากันก็จริง แต่ช่วงที่สูงกว่านั้นไม่เท่ากัน”

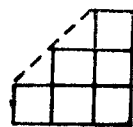
(คำตอบผิด)

นักเรียน : “เพราะไม่เหมือนกัน” (คำตอบผิดนี้ อาจเป็นเพราะเด็กอธิบายไม่เป็น แต่มีสิ่งกีดขวางใจจึงให้ข้ามไปทดลองในขั้นทำนาย

๓. ขั้นทำนาย

ครู : “ถ้านักเรียนหลับตาเสีย แล้วขึ้นกะไค ๒ อันนี้ นักเรียนจะสะกุกก กะไคเวลาขึ้นกะไคอันไหน?”

(คำถามนี้ต้องการทราบว่า เด็กวาดภาพเส้นไขว้ปลา ไว้ในใจได้หรือไม่



(คำตอบถูก)

นักเรียน : “เวลาขึ้นอันที่ไม่เหมือนขึ้นกะไค”

(คำตอบผิด)

นักเรียน : “ไม่ตกทั้ง ๒ อัน หนูกล้าเอา กล้าทุกชั้นเลย” หรือ “ตกทั้ง ๒ อัน เพราะครูให้หลับตา”

ครู : (ถ้าเด็กตอบผิด) “ถ้าหนูขึ้นกะไคที่บ้าน หนูต้องมองขึ้นกะไค หรือต้อง กล้าหรือเปล่า?”

นักเรียน : “เปล่า”

ครู : “ทำไมไม่ต้องมอง ไม่ต้องกล้า”

นักเรียน : “หนูขึ้นทุก ๆ วัน” (คำตอบนี้แสดงว่า เด็กมีความเข้าใจ แต่สรุป ครอบคลุมไม่ได้)

ครู : “ถ้าหนูมาขึ้นอันนี้ (บันไดเลข) ทำไมหนูจึงคิดว่าจะตกเวลาหลับตา?”

นักเรียน : “เพราะหนูไม่เคยขึ้น”

ครู : “กะไคที่บ้านกับอันนี้ (บันไดเลข) เหมือนกันไหม หรือช่วงกะไค บ้านหนูเตี้ยกว่า?”

นักเรียน : “เท่า ๆ กัน” หรือ “เตี้ยกว่า” หรือ “สูงกว่า”

ครู : (ใช้บล็อกที่มีช่วงเตี้ยกว่า สูงกว่า ทำบันไดเพิ่มขึ้นอีก ๒ บันได) คราวนี้เรามีบันได ๓ อันแล้ว อัน^๕ชั้นเตี้ย ๆ อัน^๕ชั้นกลาง ๆ อัน^๕ชั้นสูง ๆ บันได ๓ อัน^๕ อันไหน^๕ขึ้นง่ายที่สุด?”

นักเรียน : “^๕ชั้นเตี้ย”

ครู : “เพราะอะไร?”

นักเรียน : “เพราะขาหนูสั้น”

ครู : “ถ้านักเรียนชายาวเหมือนครู บันไดทั้ง ๓ อันนี้จะขึ้นง่ายเท่า ๆ กันไหม?”

นักเรียน : “เท่า ๆ หรือยาวเท่ากัน”

ครู : “ถ้านักเรียนหลับตา จะขึ้นบันไดทั้ง ๓ อันนี้ง่ายเท่า ๆ กัน หรือยาวเท่ากัน?”

นักเรียน : “^๕ชั้นเตี้ยขึ้นง่ายกว่า”

(แสดงว่าเด็กยังไม่สามารถวาดภาพเส้นไขปลาได้ แต่ไปคิดถึงตัวแปรด้านความสูงต่ำมากกว่าความเท่า)

ครู : “เวลานักเรียนต้องการรู้ว่าอะไรเท่ากันไหม นักเรียนทำอย่างไร?”

นักเรียน : “วัด”

ครู : นักเรียนลองคิดดูซิว่า ถ้าเราวัดบันได ๓ อัน^๕ โดยเอาเชือกที่ครูเตรียมมา^๕วัดดู จากตรง^๕นี้ถึงตรง^๕นี้ (ปลายจุดไขปลา ๒ ปลายที่บันไดชั้นแรก) กับตรง^๕นี้ถึงตรง^๕นี้ (ปลายจุดไขปลาที่บันไดชั้นสอง สาม สี่ ห้า) จะยาวเท่ากันไหม? ทำไมถึงเท่า?”

(คำตอบถูก)

นักเรียน : “เท่า เพราะคูเท่ากัน”

(คำตอบผิด)

นักเรียน : “ไม่เท่า”

ครู : “วัดบันไดอีก ๒ อันซิ ช่วงจากชั้นหนึ่งไปอีกชั้นหนึ่งห่างเท่ากันไหม?”

นักเรียน : (วัดจริง ๆ) “เท่า”

ครู : “คราวนี้ครูจะผูกตาทีละคน” (อาจใช้วิธีให้นักเรียนหลับตาทุกคน)
(ครูหยิบบันได ๔ อันออกมา ๓ อันแรกมีช่วงเพิ่มขึ้นเท่ากัน อันที่ ๑ ช่วงเพิ่มขึ้นยาว อันที่ ๒ ช่วงเพิ่มขึ้นปานกลาง อันที่ ๓ ช่วงเพิ่มขึ้นสั้นมาก บันไดอันที่ ๔ มีช่วงเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน) “นักเรียนลองเอานิ้วแทนเท้าเดินขึ้นบันไดทั้ง ๔ ที่ครูวางตรงหน้าหนูซิ อย่าแอบมองเห็น”

นักเรียน : (อาการในขั้นแรก ราวจะเป็นอาการคลำขึ้น พอรู้ช่วงว่าเป็นบันไดเตี้ยก็จะชันลุก คือยกนิ้วก้าวขึ้นเตี้ย ๆ เท่ากันหมด ถ้าเป็นบันไดสูงตั้งแต่เริ่มชันแรก ขึ้นต่อไปก็จะก้าวสูง ฯลฯ ทั้งนี้รวมทั้งบันไดขั้นที่ช่วงไม่เท่ากันเลยด้วย ซึ่งอาการจะผิดไปคือ ต้องคลำทุกชั้น เด็ก ๕ คน (คือ แยกสอนกลุ่มละ ๕ คน) จะได้ทดลองเอง และเห็นเพื่อนทดลองด้วย)

ครู : “คราวนี้ลองตอบครูใหม่ว่า ถ้านักเรียนหลับตาขึ้นบันได ๔ อันอันไหนยาก เพราะอะไร?”

นักเรียน : “อันที่ไม่เท่ากันเลย เพราะไม่รู้ว่าจะเมื่อไหร่จะสูง เมื่อไหร่จะเตี้ย”

ครู : “นักเรียนจำได้ไหมว่า เคยตอบครูว่าอย่างไร?”

นักเรียน : “ตกเหมือนกัน ต้องคลำเหมือนกัน”

ครู : “ทีนี้ในระหว่างบันได ๓ อันนี้ละ เอาอันยาวออกไปเสีย คงเหลืออยู่อีก ๓ อัน หนูเคยตอบครูว่าถ้าหลับตาอันเตี้ยจะชันง่ายที่สุด หนูลองทำดูแล้ว อันไหนง่ายที่สุด เพราะอะไร?”

นักเรียน : “ง่ายทุกอัน เพราะไม่ว่าสูงหรือเตี้ย มันจะสูงขึ้นขึ้นลงเท่า ๆ กัน หนูเลยเถิดได้”

๔. ขันควมและสร้างสรรค์

ครู : (แจกบล็อกให้นักเรียน) “นักเรียนลองทำให้เหมือนชั้นบันไดขั้นที่ ๑”

นักเรียน : (ควรจะทำได้ เพราะบล็อกเท่ากันอยู่แล้ว และต่อง่าย ถ้าทำไม่ได้ ให้เด็กช่วยกัน หรือครูนำ)

ครู : “นักเรียนเรียงเป็นบันไดกับครูนะ ชั้นแรกเราควรใช้ไม้กี่ก้อน?” (ครูวางลงไป ๑ ก้อน)

นักเรียน : “หนึ่งก้อน”

ครู : “ที่บันไดขั้นที่ ๒ จะใช้กี่ก้อน?” (ครูวางลงไป ๒ ก้อน)

นักเรียน : “สองก้อน”

ครู : “บันไดขั้นที่ ๓ หนูวางเองซิ หนูจะเอากี่ก้อน จึงจะถูกเป็นขั้นที่ ๓”
 ฯลฯ “เอาเชือกมัดคูดูซิ ช่วงระหว่างนี้ยาวเท่ากันไหม?”

นักเรียน : (วัด) “เท่า”

ครู : (แจกดินสอ หรือเทียนไขที่มีความยาวต่าง ๆ กัน)
 “ให้นักเรียนลองเรียงจากสูงไปหาต่ำ หรือเรียงจากต่ำมาหาสูงก็ได้”

นักเรียน : (เรียงได้)

ครู : “คราวนี้เราจะทำดินสอให้มองดูเป็นชั้นบันได เทียนไขก็เหมือนกัน
 นักเรียนจะอย่างไร?”

นักเรียน : (ควรจะทำได้โดยเอาแท่งที่ลดหลั่นกันบางแท่งออกไป จนช่วงที่ลด
 หลั่นกันนั้นมีช่วงเท่า ๆ กัน)

ครู : (ถ้านักเรียนทำไม่ได้ ให้ครูแนะ) “เอาแท่งไหนออกทีละ ลองทิ้ง
 ออกซิ” ฯลฯ

ภาคผนวก ๑๖

บทเรียนที่ ๔

ภาพการคิดในสมอง

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอนชั้นเตรียมความพร้อม ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายทั่วไป

ให้เด็กนักเรียนคุ้นกับบล็อก และการสร้างรูปแบบต่าง ๆ

ความมุ่งหมายเฉพาะ

ให้เด็กคุ้นกับการวางบล็อกในแนวนอน แนวตั้ง แนวทะแยง และจำนวน ตลอดจน
จนวนรูปแบบที่สมมูลย์และไม่สมมูลย์

อุปกรณ์

๑. แผ่นไม้สำหรับวางบล็อก แผ่น ๑ ถึงแผ่น ๑๐*
๒. ไม้บล็อกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
๓. ไม้บล็อกรูปร่างต่าง ๆ

วิธีการ

มุมที่ ๑ ใช้แผ่นสำหรับวางบล็อกและบล็อกในกล่องพลาสติก แผ่นที่ ๑-๕ (ดูเบอร์
หลังแผ่น)

มุมที่ ๒ ใช้แผ่นสำหรับวางบล็อกและบล็อกในกล่องพลาสติก แผ่นที่ ๖-๑๐

มุมที่ ๓ และมุมที่ ๔ ใช้บล็อกต่อไปนี้แบ่งครึ่งมุมละเท่า ๆ กัน

แท่งแกงยาว ๑๐ แท่ง

แท่งสี่เหลี่ยมจัตุรัส ๒๖ แท่ง

แท่งสี่เหลี่ยมกลมยาว ๖ แท่ง

* เพื่อความเข้าใจในบทเรียน แผ่นไม้สำหรับวางบล็อกได้แสดงไว้ในภาพ ๑-๑๐ ซึ่งอยู่ท้ายสุดของบทเรียน

แท่งสี่ม้วนกลมสั้น ๖ แท่ง

แท่งสี่เหลี่ยมสามเหลี่ยม ๒ แท่ง

แท่งสี่เหลี่ยมยาว ๕ แท่ง

แท่งสี่เหลี่ยมสั้น ๕ แท่ง

แท่งสี่เหลี่ยมยาวกลาง ๒ แท่ง

แท่งสี่เหลี่ยมครึ่งวงกลม ๒ แท่ง

หาร ๒ ไม่ลงตัว จึงให้กลุ่มหนึ่งมี ๒
กลุ่มหนึ่งมี ๓

มุมที่หนึ่งและสอง ครูให้เด็กเอาบล็อกสี่เหลี่ยมจัตุรัสใส่ลงช่อง ๕ คน ให้เวียนกัน
ทำให้ครบ ๕ แผ่นทุกคน เสร็จแล้วสลับเด็กมุมที่ ๑ มาอยู่มุม ๒, มุม ๒ มาอยู่มุม ๑ ทำให้
เหมือนกัน ใช้เวลาประมาณ ๑๐-๑๕ นาที ไม่ต้องให้ครูคุมถ้าเด็กเข้าใจคำสั่ง

มุมที่ ๓ และมุมที่ ๔ ครูและครูผู้ช่วยสอนคนละมุม คอยสังเกตเด็กทำงานที่ให้
แต่ละชั้น เมื่อเห็นเด็กทำได้แล้ว ก็ปล่อยให้เด็กบล็อกเป็นรูปต่าง ๆ เอง

(อุปกรณ์ที่ต้องหาเพิ่มคือกล่อง) ให้สังเกตว่าถ้าเด็กเก่งแล้วก็ทำได้ฉับไว ก็เรียง
บล็อกให้ยากกว่าในแบบ

การเตรียมความพร้อม ๑

๑. ชั้นเริ่มต้น

ใช้แท่งไม้สีต่าง ๆ ให้เด็กเล่นและจะวางเรียงเป็นรูปอะไรก็ได้ และให้กลุ่ม
พิจารณา

๒. ชั้นกลาง

ใช้ของ ๔ สิ่ง หรือไม้รูปต่าง ๔ อย่าง วางเรียงไว้ทุกคนปิดตา เด็กคนหนึ่งเอา
ของชิ้นหนึ่งใน ๔ ชิ้นไปซ่อนไว้ในกล่อง แล้วให้คนอื่น ๆ บอกว่าอะไรหายไปบ้าง

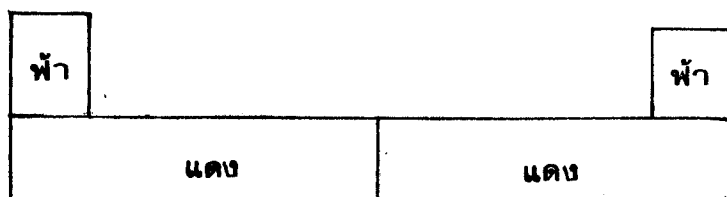
๓. ชั้นสูง

ใช้ไม้ หรือแท่งไม้รูปต่าง ๆ เรียงตั้งแต่ ๓ ชิ้นขึ้นไป แล้วเอากล่องสี่เหลี่ยม
ครอบเสีย ให้เด็กเรียงเองอีกชุดหนึ่ง แล้วจึงเปิดกล่องออกเปรียบเทียบ

การเตรียมความพร้อม ๒

ใช้แท่งไม้สี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ กัน สีต่าง ๆ กัน วางแท่งยาวลงบนพื้น

๑. เอาแท่งสีน้ำตาลสี่วางซ้อนทางคานซ้าย-ขวา จะได้



ถามเด็กว่าไม้แท่งแดงอยู่ที่ไหน ? ไม้แท่งฟ้าอยู่ที่ไหน ?

ให้เด็กใช้ศัพท์ ข้างบน ข้างล่าง ข้างๆ ข้างซ้าย ข้างขวา

๒. เรียงไม้อีกชุดหนึ่ง แต่ยังไม่สมบูรณ์ ดังนี้



ถามว่าจะต้องใช้แท่งไม้ขนาดไหน สีอะไร จึงจะคล้ายกับแบบอันแรก

๓. ใช้การเรียงแบบอื่น ๆ และแท่งไม้มากกว่า ๓ แท่ง

เหตุผล

๑. ขนาด ยาวสั้น เรียงต่างกัน

เมื่อเด็กที่อยู่มุม ๓-๔ เสร็จก็ให้เด็ก ๒ กลุ่มนี้ไปมุม ๑-๒ เอาเด็กมุม ๑-๒

มาเรียนต่อไป

การเตรียมความพร้อม ๒ ตอนนี้อยู่เนื่องมาจากปัญหา ๒ ประการ

ปัญหาที่ ๑

เด็กกดหรือเพิ่มจำนวนบล็อก ผลการวิจัยของ ซิลเวีย ออปเปอร์ พบว่าการทำเช่นนั้นไม่ถูกต้อง เพราะเด็กพยายามทำให้เกิดสมดุล จากกฎรูปที่สี่ของเกสทอลท์

ปัญหาที่ ๒

เด็กต่อเส้นทะแยงไม่ได้ เฉพาะเรื่องนี้เด็กชนบทน้อยกว่าเด็กในเมืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซิลเวียสันนิษฐานว่า เด็กเห็นเส้นทะแยงของบล็อก ๒ เส้น ชี้ต่างออกจากแกนใหญ่ แต่เด็กรูปเอวว่าลักษณะเฉื่อยนั้นเกิดจากองค์ประกอบเฉพาะตัวบล็อก

สิ่งที่ต้องการให้เด็กรู้คือ เส้นทะแยงนั้นจะทำให้เกิดขึ้นได้โดยการวางบล็อกให้ตั้งฉาก (คือบล็อกที่วางในแนวนอน) และให้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยไม่จำเป็นต้องเอียงตัวบล็อกแต่ละบล็อกเพื่อให้เกิดเส้นทะแยง นั่นก็คือให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบล็อกทั้งหมด

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอนตอนที่ ๑ และตอนที่ ๒ (๔ ชั่วโมง)

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้เด็กต่อบล็อกเป็นเส้นตรงในแนวนอนได้
๒. ให้เด็กต่อบล็อกเป็นเส้นตรงในแนวตั้ง
๓. ให้เด็กต่อบล็อกเป็นเส้นตรงในแนวทะแยงได้
๔. ให้เด็กต่อบล็อกเป็นเส้นตรงในแนวนอน ตั้ง และทะแยงได้
๕. ให้เด็กทำวงกลมด้วยบล็อกได้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อยกแผนที่ ๑ ให้ดู ถามว่าจะต่่อออกตามแนวนอนให้เป็นเส้นตรงออกไปข้างนอกแผ่น จะเอาบล็อกมาเรียงต่ออย่างไร เด็กควรจะตอบได้ว่า ต่่อออกไปข้าง ๆ ทั้งเส้นข้างบนและข้างล่าง และต่อได้จริง

เมื่อยกแผ่นที่ ๒ ให้ดู ถามว่าจะต่อให้เป็นเส้นตรงตามแนวนอนภายในแผ่น จะต่ออย่างไร ? เด็กควรจะตอบได้ว่า ต่อค้ำบน และต่อได้จริง

เมื่อยกแผ่นที่ ๓ ให้ดู ถามว่าจะต่อทั้งแนวนอนและแนวตั้งออกไปนอกแผ่น จะต่ออย่างไร ? เด็กควรจะตอบว่า ต่อไปข้างขวาและข้างบน และต่อได้จริง

เมื่อยกแผ่นที่ ๔ ให้ดู ถามว่าจะต่อให้เป็นเส้นทะแยงอย่างนี้ออกไปนอกแผ่นจะทำอย่างไร ? เด็กควรจะตอบได้ว่าออกไปทางมุม และต่อได้จริง

เมื่อยกแผ่นที่ ๔ และแผ่นที่ ๕ ให้ดู ถามว่าจะเรียงให้เป็นเส้นทะแยงอย่างในแผ่นที่ ๔ (มีบล็อกอยู่ด้วย) ลงในแผ่นที่ ๕ จะเรียงอย่างไร เด็กควรจะชี้เส้นทะแยงในแผ่นที่ ๕ ได้ และเรียงได้

เมื่อยกแผ่นที่ ๖ ให้ดู ถามว่าจะต่อเส้นทะแยงตัดกับเส้นที่มีอยู่จะต่ออย่างไร เด็กควรจะตอบได้ว่า ต่ออีก ๒ อัน และวางบล็อกลงถูกที่

เมื่อยกแผ่นที่ ๗ ให้ดู ถามว่าจะต่อเส้นทะแยงข้างขวาอย่างไร และจะต่อเส้นตั้งขึ้นไปอย่างไร เด็กควรชี้ทิศทางได้ และต่อได้จริง

เมื่อยกแผ่นที่ ๘ ให้ดู ถามว่าจะต่อเส้นทะแยงขนานกัน (แสดงให้เห็นความหมายของคำว่า ขนานกัน ถ้าเด็กไม่รู้จัก) จะต่ออย่างไร เด็กควรจะต่อได้

เมื่อยกแผ่นที่ ๙ ให้ดู ถามว่าเส้นทะแยงมีอยู่แล้วกี่เส้น จะต่อได้อีกกี่เส้น เด็กควรจะตอบได้ว่า มีอยู่แล้ว ๒ เส้น ต่อตรงกลางได้อีกหนึ่งเส้น มุมขวาบนได้ ๑ เส้น มุมซ้ายล่าง ๒ เส้น

อุปกรณ์

๑. แผ่นไม้สำหรับวางบล็อก แผ่นที่ ๑ ถึงแผ่นที่ ๑๐
๒. ไม้บล็อกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
๓. ไม้บล็อกรูปต่าง ๆ
๔. ฟองน้ำ
๕. กระดาษ ขนาด ๒" x ๑"

๑. ขั้นสังเกต ครูเรียกเด็กมาทีละ ๕ คน

ครู : ใช้บล็อกสี่เหลี่ยมจัตุรัสวางต่อกันเป็นแถว ๑ ชุด ใช้บล็อกขนาดและรูปร่างต่างกัน ใช้สีแดง สีเขียว สีเหลือง สีแสด ต่อกันเป็นแถว แล้วถามว่า “รูปร่างสองแถวนี้ต่างกันอย่างไร”

นักเรียน : ควรจะตอบได้ว่า บล็อกสี่เหลี่ยมจัตุรัสเรียบกว่าบล็อกที่มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน

๒ ขั้นอธิบาย

ครู : “ทำไมจึงต่างกัน ?”

นักเรียน : “เพราะบล็อกสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่ากันทุกด้าน ส่วนบล็อกในอีกแถวหนึ่งไม่เท่ากัน และรูปร่างไม่เหมือนกัน”

๓. ขั้นทำนาย (วางบล็อกปน ๆ กันเพื่อให้ดูสับสน)

ครู : ใช้วัตถุอื่น ๆ เช่น ฟองน้ำ กล้องสับ ที่ต่างขนาดกัน ให้เลือกแต่ที่จะต่อกันแล้วเรียบมาต่อ นักเรียนควรทำได้

“หนูเรียงชื่อว่า ฟองน้ำ กับกล้องสับ อันไหนที่ต่อกันแล้วจึงจะเรียบ

ตอนที่ ๒

๑. ขั้นสังเกต

ขั้นที่ ๑ ขั้นที่ ๑

ครู : ให้นักเรียนดูแผ่น ๓ ซึ่งมีไม้บล็อกใส่ไว้เต็มทุกช่อง

“แถบบล็อกในแผ่น ๓ มีอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน?”

นักเรียน : “เหมือนกัน เพราะเป็นแถวตรง บล็อกมีด้านเท่ากัน ต่างกันเพราะไปคนละทิศคนละทาง”

๕
บทที่ ๒

- ครู : ให้นักเรียนดูแผ่น ๓ และแผ่น ๔ ซึ่งมีไม้บล็อกใส่ไว้เต็มทุกช่องแล้ว
“แถวบล็อกในแผ่น ๔ ต่างกับแผ่น ๓ อย่างไร?”
- นักเรียน : “แผ่น ๓ ข้างเรียบเป็นเส้นตรง แผ่น ๔ เป็นมุมยื่นออกมา แผ่น ๓
แยกไป ๒ ทิศ แผ่น ๔ แยกไปอีกทิศหนึ่ง”
- ครู : “ถูกต้อง ขอให้นักเรียนหัดเรียกชื่อให้ถูก
๑. แนวนอน แถวนราบกับพื้น เหมือนนักเรียนนอนลงกับพื้น
 ๒. แนวยืน หรือแนวตั้ง สูงชันไปตรงอย่างนี้เหมือนนักเรียนยืน
หรือเราต้งอะไรชันไปสูง ๆ
 ๓. แนวทะแยง ไม่นอน และไม่ตั้ง ไม่เอียง ๆ ใครยืนอย่างนี้
ได้บ้าง?”
- ให้นักเรียนยืนเป็นวงกลมเล็ก ๆ ให้นักเรียนกลางกอดอก เอียงล้มไปหา
เพื่อน ให้เพื่อนช่วยกันผลักไปรอบ ๆ เป็นเกมส์เปลี่ยนอารมณ์ และ
สอนเส้นทะแยง โดยให้เด็กใช้ประสาทสัมผัสด้วย

๕
บทที่ ๓

- ครู : ๑. ให้นักเรียนดูแผ่น ๔ ที่เอาชิ้นแผ่นที่ ๓ ให้นักเรียนเห็นว่าเส้น
ทะแยงนั้นแยกออกมาจากมุม ทำมุม ๔๕° ขึ้นให้นักเรียนดู
๒. เอาแผ่น ๔ ออกจากแผ่น ๓ ให้นักเรียนวางบล็อกเป็นเส้นทะแยง
บนแผ่น ๓
- นักเรียน : ๑. วางถูก (ข้ามไปตรงที่มีเครื่องหมาย * อยู่ข้างล่าง)
๒. วางไม่ถูก คือไม่ทำมุม ๔๕°
- ครู : เอาแผ่น ๔ ออกมาให้นักเรียนใช้
๑. ให้นักเรียนใส่บล็อกตามแผ่น ๓ (คือมีแนวตั้งกับแนวนอน)
 ๒. ให้นักเรียนใส่บล็อกตามแผ่น ๔ (คือแนวตั้งกับแนวนอนและแนว
ทะแยง)

นักเรียน : ควรจะทำได้ เพราะมีแบบให้ดู และมีแผ่น ๕ เป็นกรอบบังคับอยู่

* ครูให้นักเรียนดูแผ่น ๕ (ซึ่งทำเสร็จแล้ว โดยมีแนวตั้งแนวนอนทำมุม ๙๐° มีแนวทะแยงระหว่างกลางทำมุม ๔๕°) เปรียบเทียบกับแผ่น ๓ ที่มีบล็อกที่นักเรียนวางเบี้ยว ๆ ไม่เป็นเส้นทะแยง

“ดูซิ เหมือนกันไหม ?”

นักเรียน : “ไม่เหมือนกัน”

๒. ขั้วอธิบาย

ครู : “เพราะอะไรจึงไม่เหมือนกัน ?”

นักเรียน : “ที่ต่อไว้บนแผ่น ๓ เส้นทะแยงไม่ตรงขึ้นไป แต่ที่ใส่ลงช่องในแผ่น ที่ ๕ ตรงขึ้นไป”

ครู : “เพราะอะไร เส้นทะแยงในแผ่น ๕ จึงตรง แผ่น ๓ ไม่ตรง”

นักเรียน : “เพราะบล็อกในเส้นทะแยงในแผ่น ๕ นั้นวางตั้งฉากกับแกนใหญ่ทั้ง ๒ แกน ทั้งแนวตั้งและแนวนอน และตัวบล็อกในเส้นทะแยงตั้งฉากซึ่งกันและกัน

(ภาษาของนักเรียนคงไม่ใช่อย่างนี้ จะเป็นภาษาอย่างไรก็ตาม แม้แต่ภาษาใบ้ก็ใช้ได้) ส่วนบล็อกในเส้นที่พยายามจะให้เส้นทะแยงในแผ่น ๓ นั้น ไม่ตั้งฉาก”

ครู : “สรุปว่าการวางบล็อกเพื่อให้ตรงไปเรื่อย ๆ จะวางบล็อกเอียง ๆ ได้ไหม ?”

นักเรียน : “ไม่ได้ ต้องวางให้ตรง ตั้งฉากไปตลอด”

ครู : ถ้านักเรียนยังตอบไม่ได้ให้ใช้แผ่นที่ ๑๐ ช่วย ให้นักเรียนดูและลองสร้างวงกลมภายในและภายนอกอันเดิมที่เจาะช่องไว้แล้ว ให้เห็นว่า การเอียงบล็อกอาจทำให้เกิดวงกลมแทนเส้นตรง

๓. ขั้นทำนาย

ครู : เริ่มจากแผ่นที่ ๑ ถึง ๔ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยให้ทำนาย ก่อนว่าจะต่ออย่างไร แล้วให้พิสูจน์ให้ต่อจริง ๆ

๔. ขั้นควบคุม

ขั้นที่ ๑

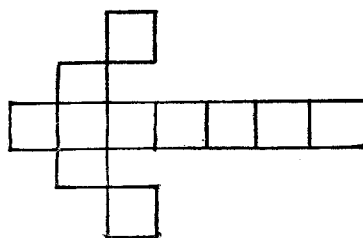
ครู : ใช้บล็อกวางเป็นแนวนอน – ตั้ง – ทะแยง โดยไม่ใช่แผ่นเลย ไม่จำเป็นต้องให้คล้ายสถานการณ์ทดสอบ แล้วให้เด็กทำตามโดยใช้กล่อง ปิดแบบเสีย

ขั้นที่ ๒

ครู : ใช้แบบอันเดิมที่ครอบไว้ก็ได้ เอากระจกวางให้เห็นภาพสะท้อน แล้วคว่ำกระจกให้เด็กลองทำตามภาพสะท้อน (เป็นการฝึกทวนกลับ และเป็นการแก้การที่เด็กวางผิดทิศทาง ตลอดจนการพลิกแพลงได้ในสถานการณ์ใหม่)

ขั้นที่ ๓

ครู : ทำรูปหัวลูกศร ซึ่งจะต้องเป็นเส้น ทะแยงกัน



ตอนที่ ๓

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน

๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

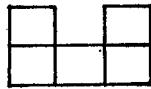
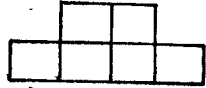
๑. ให้เด็กเข้าใจคำว่า “สมมูลย์” และ “ไม่สมมูลย์” และให้ทราบว่ารูปแบบที่ไม่สมมูลย์ยากกว่ารูปแบบที่สมมูลย์

๒. เด็กสามารถวางบล็อกเป็นแบบสมมูลย์และแบบไม่สมมูลย์ โดยการวางบล็อกนี้จะต้องถูกต้องตามต้นแบบไม่บิดเบือน ทั้งในแง่โครงสร้างและจำนวน

๓. เด็กเข้าใจลักษณะรูปในแบบย้อนกลับ (inverse)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เด็กสามารถจะจัดวางไม้บล็อกให้อยู่ในรูปสมมูลย์ได้ เมื่อครูวางให้เพียงครึ่งหนึ่ง

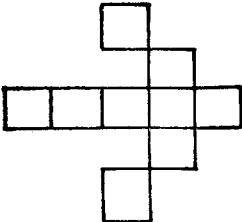
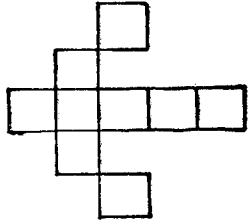
เช่นถ้าครูวาง  เด็กจะวางเป็น  หรือ  และ

สามารถตอบได้ว่าตรงไหนเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสมมูลย์

๒. เมื่อวางบล็อกในรูปแบบที่ไม่สมมูลย์ให้เป็นตัวอย่าง นักเรียนควรจะสามารถจำได้และทำได้โดยรูปว่า ทิศทาง และจำนวนที่ต่างกันนั้นเป็นสิ่งที่ต้องสังเกตและจดจำ

๓. เมื่อเด็กดูภาพการวางบล็อกในกระจกเงา เด็กสามารถวางบล็อกตามรูปแบบที่ปรากฏในกระจกเงาได้

๔. เมื่อเด็กดูรูปแบบที่วางไว้ให้ดูแล้ว สามารถจะเรียงในแบบย้อนกลับได้

รูป  ซึ่งเป็นตัวแบบ นักเรียนจะต้องวางเป็นรูป 

อุปกรณ์

๑. ไม้บล็อกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

๒. กระจกเงา

๓. หากสำหรับนักเรียนรูปแบบที่ครูวางให้ดู

ลำดับขั้นของการสอน

๑. ขั้นสังเกต

ครู : วางรูปแบบ ๒ แบบ รูปแบบแรกสมดุ^๕ลย์ รูปแบบที่ ๒ ไม่สมดุ^๕ลย์
“สองแบบนี้เหมือนกันหรือต่างกัน?”

นักเรียน : (ควรอธิบายได้ว่าต่างกันอย่างไร)

๒. ขั้นอธิบาย

ครู : “เพราะอะไรจึงต่างกัน?”

นักเรียน : “เพราะทิศทาง หรือจำนวนต่างกัน” (ภาษาของเด็กคงเป็นภาษาใบ้ หรือภาษาที่พูดที่พอเข้าใจได้ว่าหมายถึงทิศทาง และจำนวน) เพราะแบบหนึ่งมี ๒ ข้างเท่ากัน เหมือนกันทั้งทิศทางและจำนวน ส่วนอีกแบบหนึ่ง ๒ ข้างไม่เหมือนกัน”

๓. ขั้นทำนาย

ครู : “ถ้าครูปี^๕ดทั้งสองรูปแบบ นักเรียนจะทำอันไหนถูกแบบมากกว่ากัน”
ครูถามแล้วปี^๕ดทั้ง ๒ อัน

นักเรียน : ควรจะทำนายได้ว่ารูปแบบที่สมดุ^๕ลย์จะทำงานง่ายกว่า

ครู : ให้นักเรียนทำเป็นการพิสูจน์

๓. ขั้นควบคุม

เมื่อครูสร้างรูปแบบที่ไม่สมดุ^๕ลย์ให้ทำตาม นักเรียนควรจะรู้ว่าทิศทางและจำนวนที่ต่างกันออกไปนั้นเป็นสิ่งที่ต้องสังเกตและจดจำ จึงจะทำได้เหมือนแบบ ^๕ทั้งนี้^๕นักเรียนอาจจะนับหรือทำมือแยกทิศทางก็ได้ให้ครูทดลองหลาย ๆ รูปแบบ

ตอนที่ ๔

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

ฝึกให้คิดทวนกลับ โดยใช้วัตถุที่เคลื่อนไหวเปลี่ยนตำแหน่งได้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อใช้บล็อกหรือลูกกลมสีต่าง ๆ ใส่ในกระบอกทึบหมุนในองศาต่าง ๆ กัน นักเรียนควรจะตอบได้ว่า บล็อกหรือลูกกลมสีต่าง ๆ กันนั้นเรียงอยู่ในลักษณะใด อะไรจะออกมา ก่อน-หลัง

อุปกรณ์

๑. กระบอกทึบที่ใช้ต้องเป็นหลอดพลาสติกที่ใส่ดินสอทำให้ทึบโดยสอดกระดาษเข้าไป
๒. ไม้บล็อก หรือรูปกลม

ลำดับขั้นในการสอน

๑. ขั้นสังเกต

ครู : ใช้กระบอกทึบ ใส่บล็อกหรือลูกกลม หมุนครั้งแรก ๑๘๐° บล็อกหรือลูกกลมออกมาตามลำดับที่กลับกันที่ใส่ไปครั้งแรก หมุนครั้งที่สอง ๓๖๐° เทของออกมาตรงกับที่ใส่ไปครั้งแรก

นักเรียน : สังเกต และบรรยายตาม

๒. ขั้นอธิบาย

ครู : “ทำไมหมุนครั้งเดียวกับหมุน ๒ ครั้ง จึงออกมาไม่เหมือนกัน?”

นักเรียน : ควรจะอธิบายได้

ครู : ถ้าอธิบายไม่ได้ให้ทำซ้ำ ๆ เช่นหมุนครั้งเดียวจะออกมากลับกันทุกทีไหม หมุนสองครั้งจะออกมาอย่างเดิมทุกทีไหม?

นักเรียน : บางคนอาจเริ่มอธิบายได้

๓. ขั้นทำนายน

ครู : ให้นักเรียนทำนายน และให้วาดภาพในใจลำดับของสิ่งที่อยู่ในกระบอก

นักเรียน : คอรวาดภาพในใจได้

ครู : ถามว่าพิสูจน์ได้อย่างไรว่าสิ่งที่ตนคิดไว้ในใจนั้นถูกต้อง

นักเรียน : “ถึงกระต่ายออกจะได้มองเห็น”

๔. ขั้นควบคุม

ขั้น ๑
บทที่ ๑

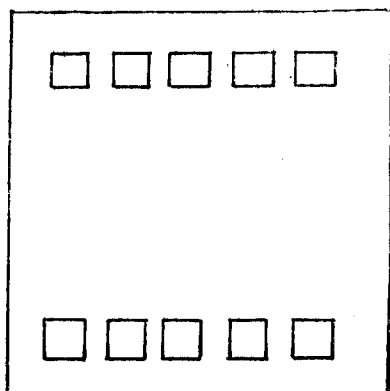
ครู : ๑. หมุน ๓ ครั้ง ให้นักเรียนทำนายน

๒. หมุน ๔ ครั้ง ให้นักเรียนทำนายน

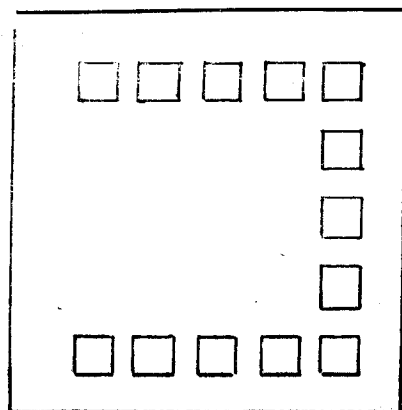
ขั้น ๒
บทที่ ๒

ครู : เพิ่มจำนวนบล็อกสี หรือลูกกลมให้มากขึ้น

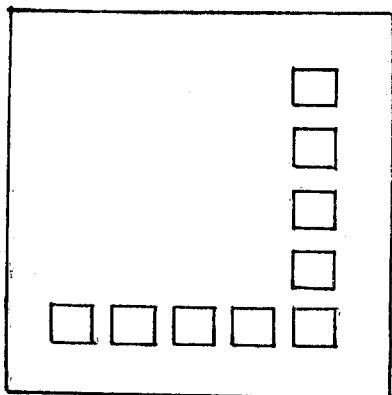
ภาพแสดงแผ่นไม้สำหรับวางบล็อก



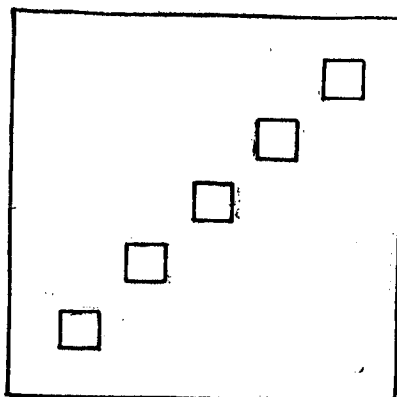
แผ่นที่ ๑



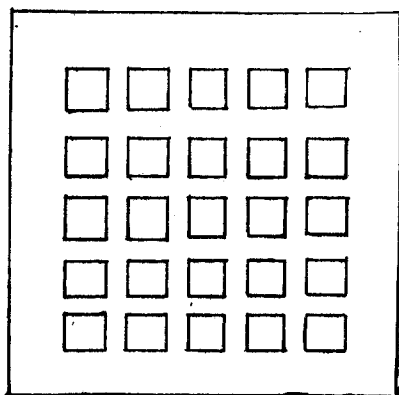
แผ่นที่ ๒



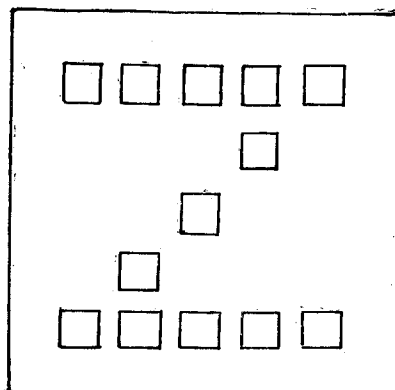
แผ่นที่ ๓



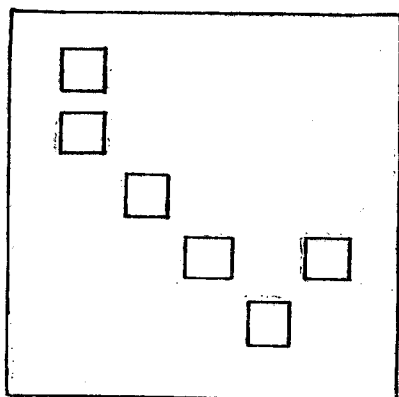
แผ่นที่ ๔



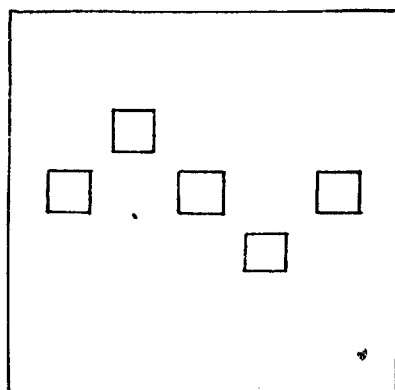
แผ่นที่ ๕



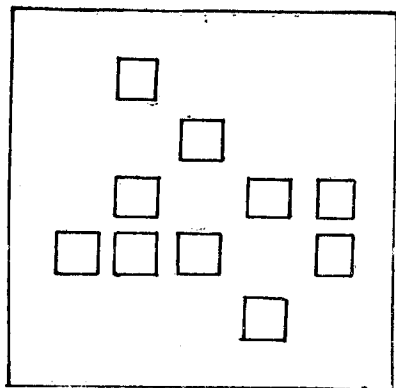
แผ่นที่ ๖



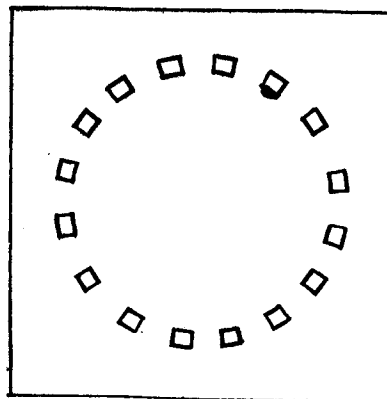
แผ่นที่ ๗



แผ่นที่ ๘



แผ่นที่ ๕



แผ่นที่ ๑๐

ภาคผนวก ดย

บทเรียนที่ ๕

“สังกัปความคงที่ของปริมาณ”

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอนขั้นเตรียมความพร้อม

๓๐ นาที

ความมุ่งหมายเฉพาะ

ต้องการให้เด็กรู้จักลักษณะของภาชนะว่ามีรูปร่างต่าง ๆ กัน คืออาจมีรูปร่างอ้วนแต่เตี้ย อ้วนและสูง ผอมแต่สูง ผอมและเตี้ย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เด็กสามารถเรียกภาชนะรูปร่างแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง หรือเมื่อครูสั่งให้ไปหยิบภาชนะรูปร่างอย่างไร เด็กก็จะไปหยิบภาชนะรูปร่างอย่างนั้นมาให้ได้ถูกต้อง

อุปกรณ์

๑. อ่างน้ำ ๓ ใบ ให้การโรงใช้ดักตักน้ำมาใส่ให้ ๒ ใบ อีก ๑ ใบใส่ทราย

๒. ถังน้ำ ๒ ถัง (ใช้ถังมีหู เพื่อให้สะดวกแก่การขน) สำหรับครูใช้

๓. ถังสำหรับเด็กตักน้ำใส่แข่งกัน ๕ ใบ ขนาดเล็กเป็นสีต่าง ๆ

๔. ภาชนะสำหรับการสอน

ก. กล่องพลาสติกทรงอ้วนกลม เรียงลำดับจากใหญ่ไปหาเล็ก ๖ กล่อง มีอยู่

๔ ชุด

ข. กล่องพลาสติกทรงอ้วนกลม ขนาดกล่องขนาดเดียว ๔ กล่อง

ค. แก้วพลาสติกมีสีต่าง ๆ ๒๐ ใบ

ง. แก้วทรงสูง

๕. กล่องสบู่
๖. ภาชนะขนาดต่าง ๆ
๗. พิมพ์ทำขนม
 - ก. พิมพ์ดอกไม้ใหญ่
 - ข. พิมพ์ดอกไม้เล็ก
 - ค. พิมพ์รูปกระต่าย

ลำดับขั้นตอนในการสอน

ขั้นที่ ๑

วางรายการ ๔, ๕, ๖ กลางห้อง หรือกลางวง

แบ่งเด็กเป็น ๔ กลุ่ม จัดเป็นกลุ่มเด็กอ่อน เด็กปานกลาง (กลุ่มปานกลางแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม) เด็กเก่ง ถ้าเด็กนั่งเรียนมานานก็ให้เข้ามุม ถ้าเด็กไต่ออกกำลังมาแล้ว ให้นั่งในวงกลมรอบอุปกรณ์กลางห้อง

ให้เด็กหยิบอุปกรณ์กลุ่มละชนิด คือ อ้วนแต่เตี้ย อ้วนและสูง ผอมแต่สูง ผอมและเตี้ย หยิบครั้งละ ๑ ชิ้น ถ้าเข้ามุมห้องก็วิ่งมาหยิบทีละชิ้น ถ้าอยู่ในวงกลมก็เอื้อมมือหยิบทีละชิ้นจนหมดกอง

ครูช่วยกันตรวจว่าถูกขนาดหรือไม่ ถ้าผิดให้เด็กช่วยกันตัดสินว่าควรจะหยิบชิ้นที่เป็นปัญหาไปไว้กลุ่มไหน หักให้เด็กพูดคำที่บอกลักษณะทั้ง ๔ นี้ให้คล่อง

ขั้นที่ ๒

ให้เด็กกลุ่มเก่งเลือกภาชนะที่จะไปใช้กับทรายคือรายการที่ ๗ ร่วมกับเด็กกลุ่มอ่อน คุ่ว่าเด็กใช้พิมพ์เป็น คือทำทรายให้เปียกใส่พิมพ์ให้เต็มแล้วคว่ำออกมา ถ้าเหลือบคุแล้วเห็นว่าใช้ไม่เป็น ก็สอนโดยทำให้ดูเป็นตัวอย่างอันหนึ่ง แล้วปล่อยให้เด็กเล่นกันเอง

ให้เด็กปานกลางทั้งสองกลุ่มช่วยกันย้ายภาชนะมาเข้ามุม ๒ มุมที่มีอ่างน้ำ โดยให้ทั้ง ๒ มุมมีของทุกขนาดเท่า ๆ กัน ครูผู้สอนเข้ามุม เด็กปานกลางค่อนข้างเก่งแข่งขันตักน้ำใส่ถัง และชี้ให้เด็กเห็นว่าแพ้เพราะใช้ภาชนะเล็กและชนะเพราะใช้ภาชนะใหญ่ ฯลฯ ครูผู้ช่วยครูกลุ่ม เด็กปานกลางค่อนข้างอ่อนให้เล่นเป็นอิสระ แต่คอยถามว่าน้ำที่ใช้ภาชนะใหญ่ตักมากหรือน้อย กว่าน้ำในภาชนะเล็ก

ครูผู้สอนสลับเด็กเก่งมาแข่งขันบ้าง ให้เด็กเก่งปานกลางไปเล่นทราย แล้วเอาเด็ก เก่งไปสอนเลย ให้ครูผู้ช่วยจำว่าเด็กกลุ่มไหนผ่านมุมไหนแล้วบ้าง ให้เด็กทั้ง ๓ กลุ่มได้เล่นทั้ง ๓ มุม ฉะนั้นเด็ก เก่งจะเว้นมุมน้ำที่ไม่มีการแข่งขันเพราะไม่จำเป็น (แต่เมื่อเรียนบทเรียนเสร็จ แล้วจะกลับไปเล่นตามใจชอบที่มุมนั้นก็ได้อีก)

ตอนที่ ๑

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน

๘ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

ให้นักเรียนเข้าใจ อธิบายได้ เอาไปใช้ได้ ฯลฯ ว่าน้ำที่มีปริมาณเท่ากัน เมื่อเท ใส่ภาชนะรองรับที่มีขนาดเดียวกัน ระดับจะไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าปริมาณไม่เท่ากันระดับจะแตกต่างกัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เมื่อรินน้ำปริมาณเท่ากัน จากภาชนะรูปหนึ่งลงในภาชนะรูปร่างเดียวกัน ขนาดเดียวกันกับภาชนะเดิม นักเรียนควรจะบอกได้ว่าระดับน้ำจะไม่แตกต่างกัน
๒. เมื่อรินน้ำปริมาณเท่ากัน จากภาชนะรูปหนึ่งลงในภาชนะที่เปลี่ยนรูปร่างจากเดิม เป็นภาชนะรูปใหม่ซึ่งมีขนาดเดียวกัน นักเรียนควรจะบอกได้ว่าน้ำจะไม่แตกต่างกัน
๓. เมื่อรินน้ำปริมาณไม่เท่ากัน จากภาชนะรูปหนึ่งลงในภาชนะรูปร่างเดียวกัน ขนาดเดียวกันกับภาชนะเดิม นักเรียนควรจะบอกได้ว่า ระดับน้ำจะแตกต่างกัน

๔. เมื่อรินน้ำปริมาณไม่เท่ากัน จากภาชนะรูปหนึ่งลงในภาชนะรูปร่างต่างไป แต่ขนาดเดียวกัน นักเรียนควรจะบอกได้น้ำจะแตกต่างกัน

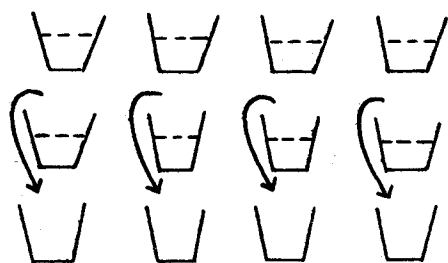
๕. ถ้าวินน้ำปริมาณไม่เท่ากันลงในภาชนะที่เปลี่ยนรูปร่างไปจากสถานการณ์เรียนรู้ นักเรียนก็บอกได้ว่าระดับน้ำจะเปลี่ยนไปอย่างไร

อุปกรณ์

ถ้วยแก้ว ๑๒ ใบ ขนาดและรูปร่างเท่ากัน

๘ ใบแรก มีน้ำอยู่ใบละเท่า ๆ กัน วางเป็น ๒ แถว ๆ ละ ๔ ใบ

แถวที่ ๓ เป็นแก้วเปล่า ๔ ใบ จัดภาพต่อไปนี้



ลำดับขั้นในการสอน

๑. ขั้นสังเกต

ขั้นที่ ๑

สร้างสถานการณ์ที่ไม่แปรค่า ปริมาณของน้ำไม่แปรค่าขนาดและรูปร่างของภาชนะที่รองรับ

ครู : “น้ำในแก้วทุกใบในแถวที่ ๑ เท่ากันไหม ?”

“น้ำในแก้วทุกใบในแถวที่ ๒ เท่ากันไหม ?”

ชี้แก้วใบแรกในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๒ คู่กัน และถามว่าน้ำเท่ากันไหม

จนครบ ๔ คู่ นักเรียนควรจะตอบว่าเท่ากัน

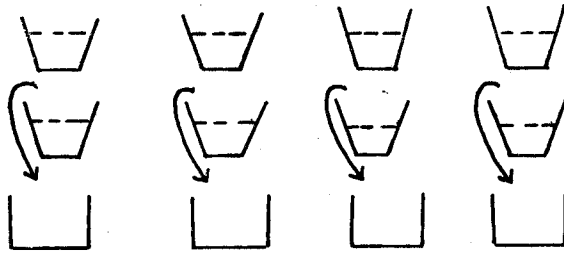
ครู : รินน้ำจากแก้วในแถวที่ ๒ ลงแก้วในแถวที่ ๓ ทีละใบจนครบ
 “น้ำในแก้วทุกใบในแถวที่ ๓ เท่ากันไหม?”
 ชี้แก้วใบแรกในแถวที่ ๑ และ ๓ ถามว่าน้ำเท่ากันไหม จนครบ ๔ คู่
 โดยจับแก้วมาเทียบกัน

นักเรียน : “เท่ากัน”

อุปกรณ์

ถ้วยแก้วขนาดและรูปร่างเท่ากัน ๘ ใบ กล่องพลาสติกอ้วน แต่เตี้ย ๔ ใบ ถ้วยแก้ว ๘ ใบ มีน้ำอยู่ใบละเท่า ๆ กัน วางเป็น ๒ แถว ๆ ละ ๔ ใบ

แถวที่ ๓ เป็นกล่องพลาสติกอ้วนแต่เตี้ยไม่มีน้ำ ๔ ใบ ดังภาพต่อไปนี้



ขั้นที่ ๒

สร้างสถานการณ์ที่ไม่แปรค่าปริมาณของน้ำ ไม่แปรค่าขนาดของภาชนะที่รองรับ
 แต่ เปลี่ยน รูปร่างของภาชนะที่รองรับ

ครู : รินน้ำจากถ้วยแก้วในแถวที่ ๒ ลงในกล่องอ้วนแต่เตี้ยในแถวที่ ๓ ทีละใบจนครบ

“น้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ยใบนี้เท่ากันไหมกับน้ำในถ้วยแก้วใบนี้” (ใบที่หนึ่งในแถวที่ ๑)

นักเรียน : “ไม่เท่า” (คำตอบผิด)

ครู : “น้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ยทุกใบนี้เท่ากันไหม?” ให้เน้นคำว่าแต่ตลอด

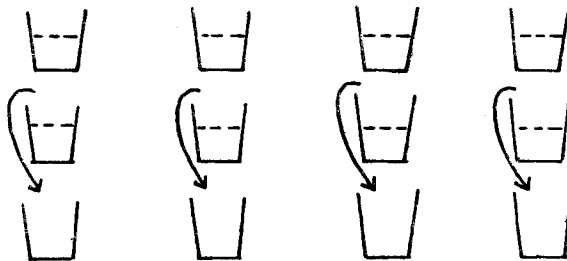
นักเรียน : “เท่ากัน”

อุปกรณ์

ถ้วยแก้ว ๑๒ ใบ ขนาดรูปร่างเท่ากัน และเท่ากับอุปกรณ์ในชั้นที่ ๑

๔ ใบแรกมีน้ำอยู่ตามลำดับจากมากไปหาน้อย วางเป็นแถวที่ ๑ แถวที่ ๒ ก็ทำเช่นกัน โดยให้น้ำเท่ากันเป็นคู่ ๆ

แถวที่ ๓ เป็นแก้วเปล่า ๔ ใบ ดังภาพต่อไปนี้



ขั้นที่ ๓

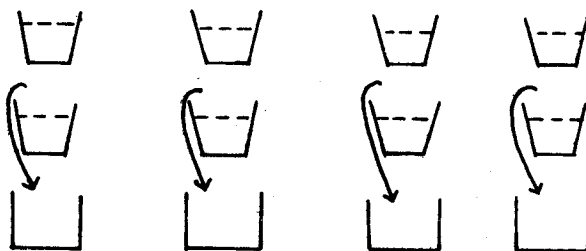
สร้างสถานการณ์ที่แปรค่าปริมาณของน้ำ ไม่แปรค่าขนาดและรูปร่างของภาชนะที่รองรับ

ครู : รินน้ำจากแก้วในแถวที่ ๒ ลงในแก้วในแถวที่ ๓
 “คุณ” ชี้แก้วคู่แรกจากแถวที่ ๑ และ ๓ “มีน้ำเท่ากันไหม?” ถามจนครบ ๔ คู่ โดยจับแก้วมาเทียบกัน

นักเรียน : “เท่า”

อุปกรณ์

ถ้วยแก้ว ๘ ใบ มีน้ำตามลำดับจากมากไปหาน้อย (เช่นเดียวกับชั้นที่ ๓) สองแถว แถวที่ ๓ เป็นกล่องอ้วนแต่เตี้ย ขนาดเท่ากัน ๔ ใบ ดังภาพต่อไปนี้



๕
บทที่ ๔

สร้างสถานการณ์ที่แปรค่าของน้ำ ไม่แปรค่า ขนาดแต่เปลี่ยนรูปร่าง

ครู : รินน้ำจากถ้วยแก้วใบแรกในแถวที่ ๒ มาสู่ภาชนะในแถวที่ ๓
“น้ำในถ้วยอ้วนแต่เตี้ยใบนี้เท่ากับน้ำในถ้วยแก้วใบนี้ไหม?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน” (คำตอบผิด)

ครู : รินต่อและถามทีละคู่จนครบ ๔ คู่

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน” (คำตอบผิด)

ครู : “น้ำในถ้วยอ้วนแต่เตี้ยในแถวนี้ทั้งแถวเท่ากันไหม?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน” (คำตอบถูก)

ครู : “ลักษณะที่ไม่เท่ากันนี้เป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “จากมากไปหาน้อย”

อุปกรณ์

อุปกรณ์เดิมทั้งหมดยังคงวางไว้ในรูปเดิมครบทั้ง ๔ ชุด

ครู : “น้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ยแถวนี้ (ซึ่งแถวที่อยู่ในชั้นที่ ๒) เหมือนหรือต่างกันน้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ยแถวนี้ (ซึ่งแถวที่อยู่ในชั้นที่ ๔) อย่างเป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “ต่างกัน น้ำในกล่องอ้วน แต่เตี้ยแถวนี้ (ซึ่งแถวที่อยู่ในชั้นที่ ๔) มีน้ำจากมากไปหาน้อย แต่น้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ยแถวนี้ (ซึ่งแถวที่อยู่ในชั้นที่ ๒) เท่ากันหมด”

๕
บทที่ ๕

๒. ขนอธิบาย เปรียบเทียบสถานการณ์ในชั้นที่ ๒ และ ๔

ครู : “ทำไมจึงเป็นอย่างนั้น? ทำไมแถวที่หนึ่งจึงเท่ากัน อีกแถวหนึ่งเรียงตามลำดับมากไปหาน้อย?”

นักเรียน : “น้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ยแฉวนี้ (แถวที่อยู่ในชั้นที่ ๒) รินมาจากถ้วย
แฉวนี้ (ช้แก้วเปล่าแถวที่ ๒ ในชั้นที่ ๒) ถ้วยแก้วแฉวนี้เดิมมีน้ำเท่า
กัน ส่วนน้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ยแฉวนี้ (แถวที่อยู่ในชั้นที่ ๔) รินมา
จากถ้วยแฉวนี้ (ช้แก้วเปล่าแถวที่ ๒ ในชั้นที่ ๔) ซึ่งเดิมมีน้ำ (ที่มี
ระดับ) ไม่เท่ากัน”

หมายเหตุ คำอธิบายนี้ยังหมายถึงแต่เพียงระดับน้ำเท่าหรือไม่เท่า ซึ่งเด็กดูเป็น
แต่เด็กจะยังไม่หมายความว่าปริมาณเท่ากัน โปรดสังเกตภาษาที่เด็กใช้
และจดไว้เพื่อผู้สอนจะได้แยกออกได้ในภายหลังเมื่อเด็กเกิดสับสนกับความ
คงที่ของปริมาณแล้ว ภาษาควรจะเปลี่ยนไป.

๓. ขันทำนาย

อุปกรณ์

อาศัยอุปกรณ์ในชั้นที่ ๓ สลับถ้วยแก้วให้เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ทั้ง ๒ แถว
เอากล่องเปล่าอ้วนแต่เตี้ยชุดใหม่มาวาง

นักเรียนควรจะทำนายได้ว่าน้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ย แต่ละใบจะมีน้ำขึ้น
มาแค่ไหน และพิสูจน์ได้โดยเทน้ำลงไป

ขั้น ๔ บทที่ ๖

ครู : “ถ้าเรียงจากน้อยไปหามาก น้ำในกล่องเปล่านี้แต่ละใบจะมีระดับ
อย่างไร?”

๔. ขันกอบคุม

ขั้น ๕ บทที่ ๗

ครู : “ถ้าเราไม่มีกล่องอ้วนแต่เตี้ยชุดใหม่นี้ (รวบเอาไปเก็บเสียแล้วหันมา
ช้อุปกรณ์ในชั้นที่ ๔ ซึ่งมีน้ำจากมากไปหาน้อย) ทำอย่างไรนักเรียนจะ

พิสูจน์ได้ว่า น้ำในกล่องอ้วนแต่เตี้ยจะมีระดับจากน้อยไปหามาก” ครู
สลักด้วยแก้วในชั้นที่ ๔ จากน้อยไปหามาก

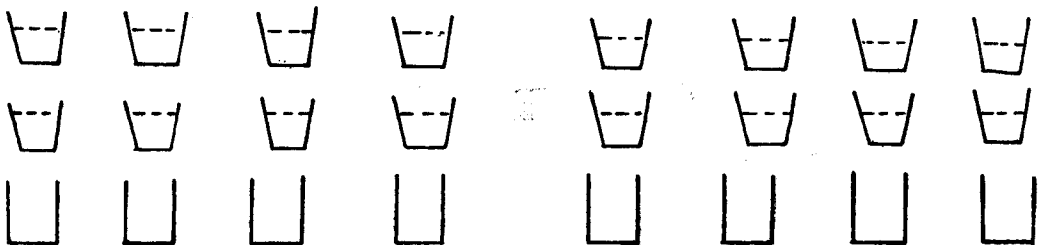
- นักเรียน : ๑. กวจะคิดทวนกลับได้โดยสลักกล่องอ้วนแต่เตี้ยจากน้อยไปหามาก
ได้ โดยดูจากการที่ครูสลัก
๒. รินน้ำจากกล่องอ้วนแต่เตี้ยใส่แก้วเปล่าในแถวที่ ๒ เพื่อพิสูจน์ว่า
จะได้ลากับเดียวกัน (ให้เด็กทายก่อนจะริน)

หมายเหตุ ทั้ง ๒ ข้อนี้คงยากสำหรับเด็กหลายคน ให้ครูช่วยโดยสลักแก้วหลาย ๆ
หน สำหรับคำถามในชั้นควบคุม ข้อ ๑ ทำซ้ำ ๆ เมื่อเด็กสลักกล่อง
อ้วนแต่เตี้ยถูกแล้ว ก็ช่วยแนะให้พิสูจน์ข้อ ๒ โดยชี้ให้เด็กทำนายว่าถ้า
รินน้ำจากกล่องอ้วนแต่เตี้ยใบที่มีน้ำน้อยที่สุดคืนใส่แก้วเปล่าใบแรกใน
แถวที่ ๒ ฯลฯ น้ำจะมีระดับอย่างไร ? (คำตอบที่คาดว่า จะเป็นคือน้ำจะ
น้อยที่สุด)

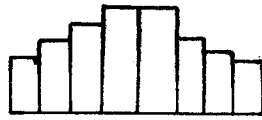
ขั้นที่ ๘

สร้างสถานการณ์เหมือนชั้นที่ ๒ และ ๔ โดยเปลี่ยนแถวที่ ๓ เป็นแก้วสูง

อุปกรณ์ ดังภาพต่อไปนี้



ครู : ถ้าเราเทน้ำลงในแก้วสูงแต่ผอมทั้ง ๘ ใบนี้แล้ว เราจะจัดวางอย่างไร
จึงจะได้รูป ระดับน้ำรูปร่างอย่างนี้



และ



(ใช้เขียนรูปบนกระดานดำ)

นักเรียน : ควรสลับถ้วยแก้วเปล่าได้ทั้ง ๒ แบบ โดยเขียนเลขกำกับเป็นคู่ ถ้าทำไม่ได้ให้เด็กเห็นจริง ๆ

ตอนที่ ๒

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๔ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

เมื่อเทน้ำปริมาณเท่ากัน ลงในภาชนะที่มีรูปร่างต่างกัน น้ำก็ยังคงมีปริมาณเท่ากันอยู่ (การสอนเช่นนี้มุ่งให้เด็กเข้าใจเหตุผลในแบบทดแทน คือให้ทราบว่าน้ำที่อยู่ในแก้วอ้วน น้ำจะแผ่ออกไปเตี้ยลง แต่น้ำที่อยู่ในแก้วผอมจะบีบน้ำให้สูงขึ้นมา ดังนั้นส่วนที่แผ่กว้างออกไปจะเท่ากับกับส่วนที่สูงขึ้นมา) และในทำนองกลับกัน ถ้าเทน้ำกลับไปที่แก้วเดิมที่เท่ากันน้ำก็จะเท่ากัน (เป็นการสอนการให้เหตุผลแบบการคิดทวนกลับ)

อุปกรณ์ มีแล้ว ๔ ใบ ลักษณะดังในภาพ



ก



ข



ค



ง

ลำดับขั้นตอนในการสอน

ขั้นสังเกต

ครู : “น้ำในแก้ว ก. เท่ากับน้ำในแก้ว ข. ไหม?” 

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน” 



ก.



ข.



ก.



ง.

ครู : “ถ้าครูเทน้ำจากแก้ว ก. มายังแก้ว ค. แล้วเทน้ำจากแก้ว ข. มายังแก้ว ง. น้ำในแก้ว ค. จะเท่ากับน้ำในแก้ว ง. ไหม?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน”

ขั้นอธิบาย

ครู : “ทำไมถึงไม่เท่ากัน”

นักเรียน : “เพราะเติมน้ำในแก้ว ก. กับแก้ว ข. ไม่เท่ากัน

ครู : “ถูกต้อง ถ้าเติมน้ำในแก้ว ก. กับ ข. ไม่เท่ากัน ไม่ว่าจะเทไปใส่น้ำในแก้วใดก็ตามก็ย่อมไม่เท่ากัน”

ครู : “ถ้าครูรินน้ำในแก้ว ก. ให้เท่ากับน้ำในแก้ว ข. ละ  
แล้วเทน้ำจากแก้ว ก. มาใส่น้ำในแก้ว ค. เทน้ำในแก้ว ข. มาใส่น้ำในแก้ว ง. ไหม?” หรือว่าไม่เท่ากัน?”

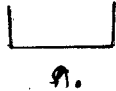
นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “ทำไมหนูถึงทราบว่าน้ำ ๒ แก้วนั้นเท่ากัน?”

นักเรียน : “ที่เท่ากันเพราะเติมน้ำ ๒ แก้ว (แก้ว ก. กับแก้ว ข.) เท่ากัน”

ครู : “หนูมีเหตุผลอย่างอื่นอีกไหม?”

นักเรียน : “ไม่มี”

ครู : “หนูลองดูน้ำในแก้วนี้ซิ (ครูชี้ น้ำในแก้ว)  แก้วเป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “แก้วอ้วน”

ครู : “นั่นซิ เพราะแก้วมันอ้วน เวลาเทน้ำลงไป น้ำจะไหลไปไหน น้ำจะไหลออกข้าง ๆ มาก น้ำจึงลดลงส่วนแก้วล่ะ (ครูชี้ไปที่แก้ว)” 

จ.

นักเรียน : “ผอม”

ครู : “แก้วนี้ผอม เวลาเทน้ำลงไป มันจะบีบน้ำให้สูงขึ้นมา เหมือนเราเอาคนที่รูปร่างเท่ากันมา ๒ คน คนหนึ่งเราเอามาทุบลงไป มันก็เลยลง ส่วนที่ยุบลงไปนั้นไปแผ่ออกทางข้าง ๆ ทำให้เป็นคนรูปร่างอ้วนเตี้ย อีกคนหนึ่งเราเอามาบีบข้าง ๆ เข้าไป แล้วเป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “สูงขึ้น”

ครู : “นั่นซิ เกม ๒ คนเท่ากันไหม?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “ตอนนี้นะ ทั้ง ๒ คนเป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “คนหนึ่งอ้วน อีกคนผอม”

ครู : “คนอ้วน เตี้ยหรือสูง”

นักเรียน : “เตี้ย”

ครู : “คนผอมล่ะ เตี้ยหรือสูง”

นักเรียน : “สูง”

ครู : “ตอนนี้นคนหนึ่งอ้วนและเตี้ย ส่วนอีกคนหนึ่งผอมและสูง แต่เดิมคนที่รูปร่างเท่ากัน ๒ คนนี้มีรูปร่างเป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “แล้วตอนนั้นละ คนทั้ง ๒ จะเท่ากันหรือไม่ ?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน”

ครู : “ทำไมจึงไม่เท่ากัน”

นักเรียน : “คนหนึ่งอ้วน แต่อีกคนหนึ่งผอม”

ครู : “คนอ้วนแต่ตัวเตี้ย ส่วนคนผอมแต่ตัวสูง ใช่ไหม ?”

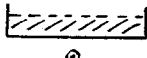
นักเรียน : “ใช่”

ครู : “ส่วนที่อ้วนจะแผ่ออกไป ส่วนที่ผอมจะสูงขึ้นมา ส่วนที่แผ่ออกไปกับส่วนที่สูงขึ้นมา จะเท่ากันหรือไม่ ?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “ดังนั้นคนอ้วนแต่เตี้ยกับคนผอมแต่สูง เท่ากันไหม ?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “ทีนี้เรามาดูแก้วน้ำ  และน้ำในแก้ว  ชีว่น้ำ

๒ แก้วนี้เท่ากันไหม ?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

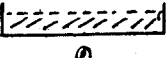
ครู : “เพราะอะไร ?”

นักเรียน : “เพราะแก้ว ก. เป็นแก้วอ้วนเตี้ย ส่วนแก้ว ง. เป็นแก้วผอมสูง น้ำจึงเท่ากัน”

ครู : “เก่งมาก น้ำในแก้วนี้ (ก.) อ้วนแต่เตี้ย ส่วนน้ำในแก้วนี้ (ง.) ผอมแต่สูง ดังนั้นจึงมีน้ำเท่ากัน”

ครู : “ถ้าเกิดมีคนสงสัยเขาไม่เชื่อว่าน้ำ ๒ แก้วนี้เท่ากัน เพราะเธอคุชแก้ว

นี้ (แก้ว ก.) มีน้ำแค่นี้ (ครูช้ระดับน้ำ)  ส่วนแก้วนี้ (แก้ว ง.)

มีน้ำแค่นี้ (ครูช้ระดับน้ำ)  คุแล้วไม่เห็นว่เท่ากันเลย

เราจะมึวิธีพิสูจน์ให้เขาทราบว่าน้ำทั้ง ๒ แก้วนี้เท่ากันอย่างไร ?”

นักเรียน : (เจียบ)

ครู : “หนูสังเกตให้ดิ้นะ ครูจะพิสูจน์ให้ดู ?”
(เทน้ำจากแก้ว ก. และ ง. กลับไปยังแก้ว ก. และแก้ว ข. ตามลำดับ)
“หนูว่าน้ำ ๒ แก้วนี้ (ก. กับ ข.) เท่ากันหรือไม่เท่ากัน ?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “ตอนนี้ถ้าใครจะให้เราลองพิสูจน์ให้ดูว่าน้ำในแก้ว  ก.

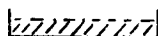
เท่ากับน้ำใน



ง.

หรือไม่ เราจะทำอย่างไร ?”

นักเรียน : “เทน้ำจากแก้ว



ก.

และ

ลงไปยังแก้ว



ก.

และ

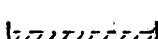


ข.

ตามลำดับ

ครู : “เก่งมาก นั่นคือ ถ้าเราเทน้ำกลับมายังแก้วเดิมของมัน น้ำจะเท่ากันหรือไม่ ?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “น้ำในแก้ว  ก. จะเท่ากับน้ำในแก้ว  ง. หรือไม่ ?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “เพราะอะไร ? ครูไม่เชื่อว่าจะเท่ากันนี้ ?”

นักเรียน : “เพราะถ้าเทน้ำจากแก้ว  ก. และ  ง. ลงไปยังแก้ว



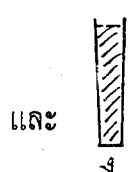
ก.



ข.

น้ำจะเท่ากัน”

ครู : “ตอนนี้เรามีเหตุผลอะไรบ้างที่จะอธิบายว่า น้ำในแก้ว  ก.



ง.

มีน้ำเท่ากัน”

นักเรียน : (ควรจะต้องได้ทั้ง ๓ เหตุผล จึงจะแสดงว่าเด็กเข้าใจในบทเรียนนี้
เหตุผลทั้ง ๓ มีดังนี้ :-

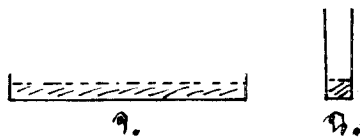
- ก. ตอบแบบเอกลักษณ์ว่า “น้ำในแก้ว ค. เท่ากับน้ำในแก้ว ง.
เพราะเติมน้ำในแก้ว ก. เท่ากับแก้ว ข. เมื่อเทมาใส่ในแก้ว
ค. และ ง. น้ำก็ต้องเท่ากัน”
- ข. ตอบแบบทดแทนว่า “น้ำในแก้ว ค. เท่ากับน้ำในแก้ว ง.
เพราะแก้ว ค. มีรูปร่างอ้วนเตี้ย ส่วนแก้ว ง. มีรูปร่างผอม
และสูง”
- ค. ตอบแบบทวนกลับว่า “น้ำในแก้ว ค. เท่ากับน้ำในแก้ว ง.
เพราะถ้าเทน้ำในแก้ว ค. และ ง. กลับไปยังแก้ว ก. และ ข.
แล้ว ก็จะเท่ากัน”

ครู : “ไหนทุกคนลองตอบซิ ?”

นักเรียน : (ตอบทีละคน)

๓. ขันทำนาย

ครู : (เอาถ้วยที่ใหญ่กว่าและเล็กกว่าที่เด็กเคยเห็นมาใส่น้ำให้มีระดับเท่ากัน
ดังในรูป)



“หนูว่าน้ำในแก้ว จ. เท่ากับน้ำในแก้ว ฉ. ไหม ?”

คำตอบผิด

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “หนูทราบได้อย่างไรว่าเท่ากัน ไหนลองพิสูจน์ให้ครูดูซิว่ามันเท่ากัน?”

นักเรียน : “เพราะมันเท่ากัน”

(ถ้าเด็กตอบลักษณะแบบนี้แสดงว่าเด็กยังไม่เข้าใจ ครูจะต้องกลับไป
สอนในชั้นอธิบายใหม่ทั้งหมดอีกครั้ง)

คำตอบถูก

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน”

ครู : หนูทราบได้อย่างไรว่าไม่เท่ากัน ไหนลองพิสูจน์ให้ครูดูซิว่ามันไม่เท่ากัน?”

(บนโต๊ะครูมีแก้วอีก ๒ ใบ ขนาดเท่ากันวางไว้)

นักเรียน : (หยิบแก้ว ๒ ใบที่มีขนาดเท่ากันบนโต๊ะครูมาแล้วเอาน้ำในแก้ว จ. และ ฉ. เทไปจะพบว่ามันไม่เท่ากัน)

๔. ขันควมคุม

ใช้แก้วน้ำ ๘ ใบ ดังนี้

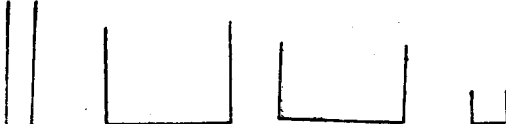
หลอดแก้วทดลองที่ใช้ในสถานการณ์ทดสอบ (ผอมแต่สูง)

กล่องพลาสติกขนาดใหญ่ที่สุด (อ้วนและสูง)

กล่องพลาสติกแบนกลม (อ้วนแต่เตี้ย)

กล่องพลาสติกผอมและเตี้ย (ผอมและเตี้ย)

แถวที่ ๑ 

แถวที่ ๒ 

ชุดที่ ๑

ชุดที่ ๒

ครู : “จะเอาน้ำใส่แก้วแถวที่ ๑ แคไหน (ทั้ง ๒ ชุด แต่ตามที่ละชุด) น้ำในภาชนะแถวที่ ๒ จึงจะเท่ากัน” ให้นักเรียนไปตักน้ำมา

นักเรียน : คอวจะกะได้.

ภาคผนวก ๑๘

บทเรียนที่ ๖

สังกัดการอนุรักษ์มรดก

ตอนที่ ๑

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๘ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ ให้นักเรียนเข้าใจว่าสสารที่มีเนื้อสารเท่ากันนั้น เมื่อเปลี่ยนรูปเป็นอีกอย่างหนึ่ง ปริมาณของเนื้อสารจะยังคงที่ หรือกล่าวได้ว่าไม่เปลี่ยนแปลง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจัดประสบการณ์ให้แล้ว นักเรียนควรบอกได้ว่า สสารจำนวนหนึ่งเมื่อเปลี่ยนรูปร่างไป จะมีเนื้อสารเท่าเดิม ทุกครั้งที่เปลี่ยนสภาวะทางรูปร่าง

อุปกรณ์ ดินน้ำมันสีต่าง ๆ ตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเท่า ๆ กัน

วิธีสอน

๑. ขั้นสังเกต

ขั้น ๑
ขั้น ๒
ขั้น ๓
ขั้น ๔
ขั้น ๕
ขั้น ๖
ขั้น ๗
ขั้น ๘
ขั้น ๙
ขั้น ๑๐
ขั้น ๑๑
ขั้น ๑๒
ขั้น ๑๓
ขั้น ๑๔
ขั้น ๑๕
ขั้น ๑๖
ขั้น ๑๗
ขั้น ๑๘
ขั้น ๑๙
ขั้น ๒๐
ขั้น ๒๑
ขั้น ๒๒
ขั้น ๒๓
ขั้น ๒๔
ขั้น ๒๕
ขั้น ๒๖
ขั้น ๒๗
ขั้น ๒๘
ขั้น ๒๙
ขั้น ๓๐
ขั้น ๓๑
ขั้น ๓๒
ขั้น ๓๓
ขั้น ๓๔
ขั้น ๓๕
ขั้น ๓๖
ขั้น ๓๗
ขั้น ๓๘
ขั้น ๓๙
ขั้น ๔๐
ขั้น ๔๑
ขั้น ๔๒
ขั้น ๔๓
ขั้น ๔๔
ขั้น ๔๕
ขั้น ๔๖
ขั้น ๔๗
ขั้น ๔๘
ขั้น ๔๙
ขั้น ๕๐
ขั้น ๕๑
ขั้น ๕๒
ขั้น ๕๓
ขั้น ๕๔
ขั้น ๕๕
ขั้น ๕๖
ขั้น ๕๗
ขั้น ๕๘
ขั้น ๕๙
ขั้น ๖๐
ขั้น ๖๑
ขั้น ๖๒
ขั้น ๖๓
ขั้น ๖๔
ขั้น ๖๕
ขั้น ๖๖
ขั้น ๖๗
ขั้น ๖๘
ขั้น ๖๙
ขั้น ๗๐
ขั้น ๗๑
ขั้น ๗๒
ขั้น ๗๓
ขั้น ๗๔
ขั้น ๗๕
ขั้น ๗๖
ขั้น ๗๗
ขั้น ๗๘
ขั้น ๗๙
ขั้น ๘๐
ขั้น ๘๑
ขั้น ๘๒
ขั้น ๘๓
ขั้น ๘๔
ขั้น ๘๕
ขั้น ๘๖
ขั้น ๘๗
ขั้น ๘๘
ขั้น ๘๙
ขั้น ๙๐
ขั้น ๙๑
ขั้น ๙๒
ขั้น ๙๓
ขั้น ๙๔
ขั้น ๙๕
ขั้น ๙๖
ขั้น ๙๗
ขั้น ๙๘
ขั้น ๙๙
ขั้น ๑๐๐

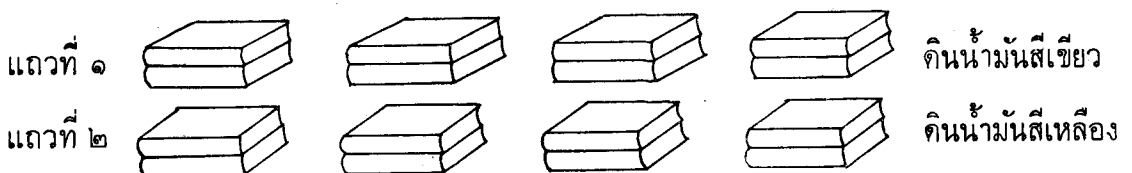
อุปกรณ์

๑. ดินน้ำมันสีเขียว, สีเหลือง รูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด

๑.๕ ซม. × ๒.๕ ซม.

๒. กระดาษแข็ง ขนาด ๑" × ๒"

ครูวางดินน้ำมันเป็น ๒ แถว แถวละ ๔ กอง กองละ ๒ ก้อนซ้อนกัน แต่ละกองมีขนาด ๑.๕ ซม. × ๒.๕ ซม.



ครู : “ดินน้ำมันทุกกองในแถวที่ ๑ เท่ากันไหม เพราะอะไร ?”

นักเรียน : “เท่ากัน เพราะมี ๒ ก้อนเท่ากัน”

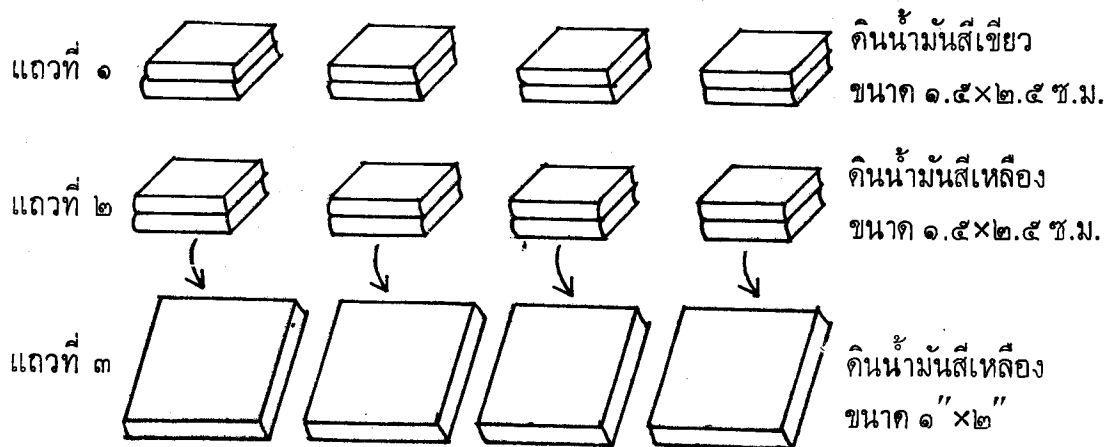
ครู : “ดินน้ำมันทุกกองในแถวที่ ๒ เท่ากันไหม เพราะอะไร ?”

นักเรียน : “เท่ากัน เพราะมี ๒ ก้อนเท่ากัน”

ครู : “ช้ดินน้ำมันในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๒ คู่กัน และถามว่า “เท่ากันไหม ?”
ถามจนครบ ๔ คู่

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : ครูหยิบดินน้ำมันทั้ง ๔ กอง ในแถวที่ ๒ ส่งให้นักเรียน ๔ คน คนละ
ก้อน แล้วให้นักเรียนทั้ง ๔ คน บิ่ดินน้ำมันแต่ละกองให้เป็นรูป
สี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีขนาดเท่ากับแผ่นกระดาษแข็ง (ขนาด ๑×๒)
เมื่อบิ่แล้วให้นำมาวางที่เดิม แทนที่แถวที่ ๒ จะได้รูปดังข้าง
ล่างนี้



ครู : “ดินน้ำมันทุกก้อนในแถวที่ ๓ เท่ากันไหม เพราะอะไร ?”

นักเรียน : “เท่ากัน เพราะมันโตเท่ากัน”

ครู : “ช้ดินน้ำมันในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๓ ถามว่า “มีดินน้ำมันเท่ากันไหม ?”
ถามจนครบ ๔ คู่

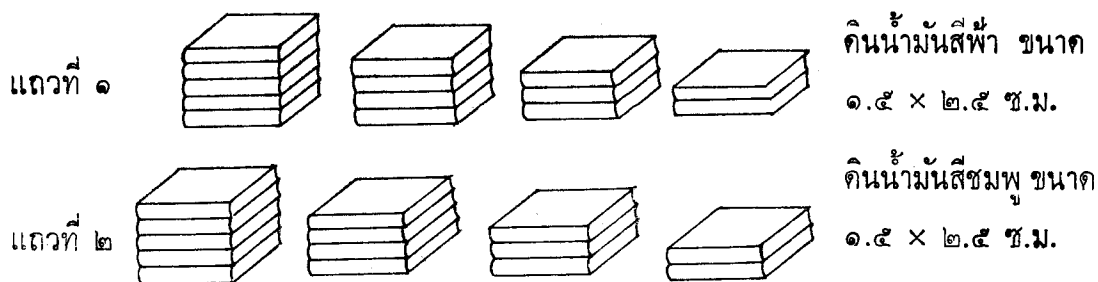
นักเรียน : “ไม่เท่ากัน” (คำตอบผิด)

- ครู : “ทำไมถึงไม่เท่ากัน ?”
- นักเรียน : “เพราะอันนี้เล็ก แต่อันนี้ใหญ่”
- ครู : “อันนี้ (ก้อนที่มีขนาด ๑×๒) เดิมมีดินน้ำมันก้อนเล็ก ๆ กี่ก้อน ?”
- นักเรียน : “๒ ก้อน”
- ครู : “อันนี้ (ก้อนที่มีขนาด ๑×๒) เดิมมีดินน้ำมัน ๒ ก้อน เท่ากับดินน้ำมันในแถวที่ ๑ ไหม ?”
- นักเรียน : “เท่ากัน”
- ครู : “ตอนนั้นหนูปั้นเป็นรูปนี้ (ขนาด ๑×๒) หนูเอาดินน้ำมันออกทิ้งไปบ้างหรือเปล่า ?”
- นักเรียน : “ไม่ได้เอาออกเลย”
- ครู : “ถ้าเช่นนั้น อันนี้ (ในแถวที่ ๑) กับอันนี้ (ในแถวที่ ๓) จะมีดินน้ำมันเท่ากันไหม ?”
- นักเรียน : “เท่ากัน”
- ครู : “เพราะอะไร ?”
- นักเรียน : “เพราะว่าเดิมน้ำมันเท่ากัน คือต่างก็มี ๒ ก้อนเท่ากัน ถึงแม้จะปั้นเป็นรูปนี้ (ในแถวที่ ๓) ก็ไม่ได้เอาดินน้ำมันทิ้งไปเลย”
- ครู : “ช้ดินน้ำมันในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๓ คู่ที่ตรงกับคู่ต่อไป แล้วถามว่า “มีดินน้ำมันเท่ากันไหม ?”
- นักเรียนควรจะตอบและให้เหตุผลได้
- : “ช้ดินน้ำมันในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๓ คู่ที่ไม่ตรงกัน แล้วถามว่า “มีดินน้ำมันเท่ากันไหม ?”
- นักเรียนควรจะตอบและให้เหตุผลได้เช่นเดียวกัน

ขั้น ๒ ขั้นที่ ๒

- อุปกรณ์ ๑. ดินน้ำมันสีฟ้า, สีชมพู ขนาด ๑.๕×๒.๕ ซม.
๒. กระดาษแข็งขนาด ๑×๒

ครู : วางดินน้ำมันเป็น ๒ แถว แถวละ ๕, ๔, ๓, ๒ ก้อน ช้อนกันตามลำดับ แต่ละก้อนมีขนาด ๑.๕×๒.๕ ซม.



ครู : “ดินน้ำมันทุกกองในแถวที่ ๑ เท่ากันไหม เพราะอะไร ?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน เพราะกองนี้มี ๕ ก้อน, กองนี้มี ๔ ก้อน, กองนี้มี ๓ ก้อน, กองนี้มี ๒ ก้อน” (เด็กอาจใช้นิ้วมือชี้ประกอบคำพูด)

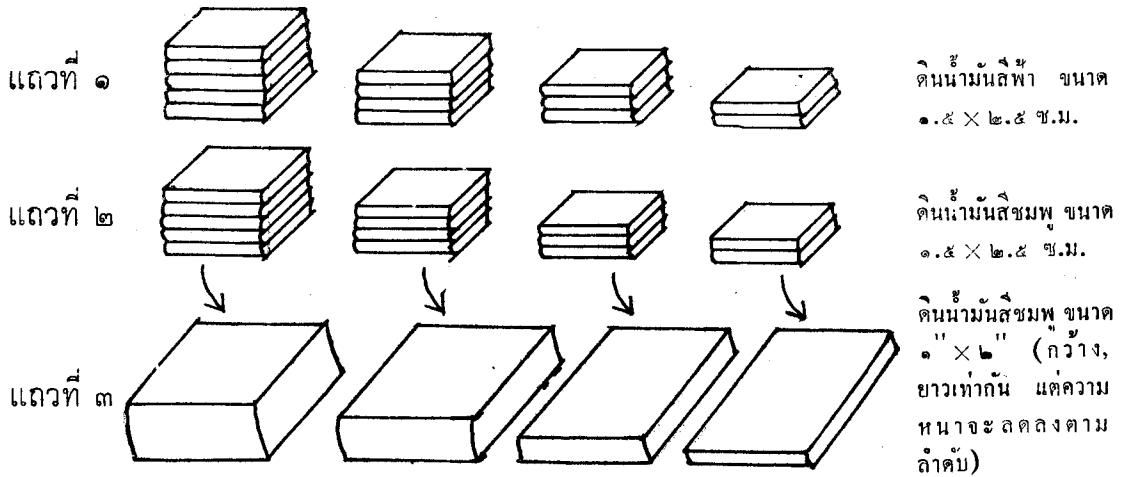
ครู : “ดินน้ำมันทุกกองในแถวที่ ๒ เท่ากันไหม เพราะอะไร ?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน เพราะกองนี้มี ๕ ก้อน, กองนี้มี ๔ ก้อน, กองนี้มี ๓ ก้อน, กองนี้มี ๒ ก้อน” (เด็กอาจใช้นิ้วมือชี้ประกอบคำพูด)

ครู : ช้ดินน้ำมันในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๒ คู่ที่ตรงกัน และถามว่า “มีดินน้ำมันเท่ากันไหม ?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน”

ครู : หยิบดินน้ำมันทั้ง ๔ กอง ในแถวที่ ๒ ให้นักเรียน ๔ คน คนละกอง แล้วให้นักเรียนทั้ง ๔ คนปั้นดินน้ำมันแต่ละกองที่ครูให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้มีขนาดเท่ากับแผ่นกระดาษแข็ง (ขนาด $๑'' \times ๒''$) เมื่อปั้นเสร็จแล้วให้วางที่เดิมแทนที่แถวที่ ๒ จะได้ดังรูปข้างล่างนี้



ครู : “ดินน้ำมันทุกก้อนในแถวที่ ๓ เท่ากันไหม เพราะอะไร?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน เพราะก้อนที่ ๑ หนาที่สุด และความหนาจะค่อยๆ ลดลง มาตามลำดับ”

(เด็กอาจจะไม่ใช้คำพูดนี้ได้ แต่ใช้คำพูดที่มีความหมายเหมือนกัน)

ครู : ชีดินน้ำมันในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๓ คู่ที่ตรงกัน และถามว่า “มีดินน้ำมันเท่ากันไหม?” ถามจนครบ ๔ คู่

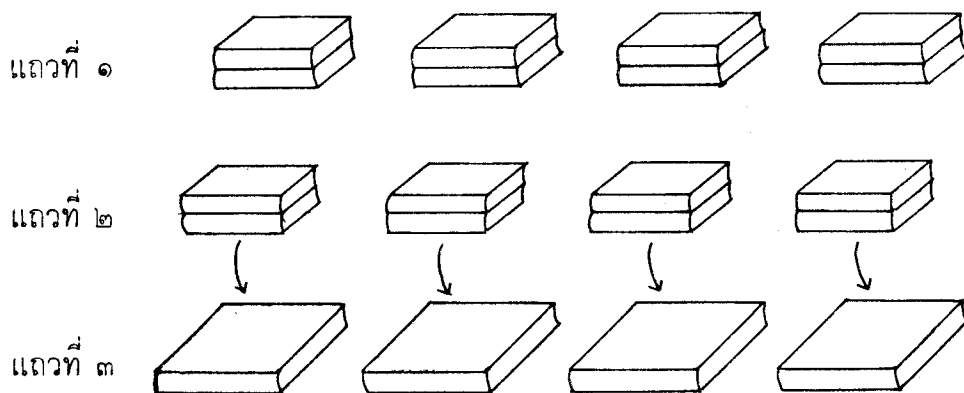
นักเรียน : (นักเรียนควรจะตอบได้ว่าเท่ากัน โดยอาศัยความเข้าใจมาจากขั้นที่ ๑)

ครู : ชีดินน้ำมันในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๒ คู่ที่ไม่ตรงกัน และถามว่า “มีดินน้ำมันเท่ากันไหม?”

นักเรียน : “ไม่เท่ากัน” (คำตอบถูก)

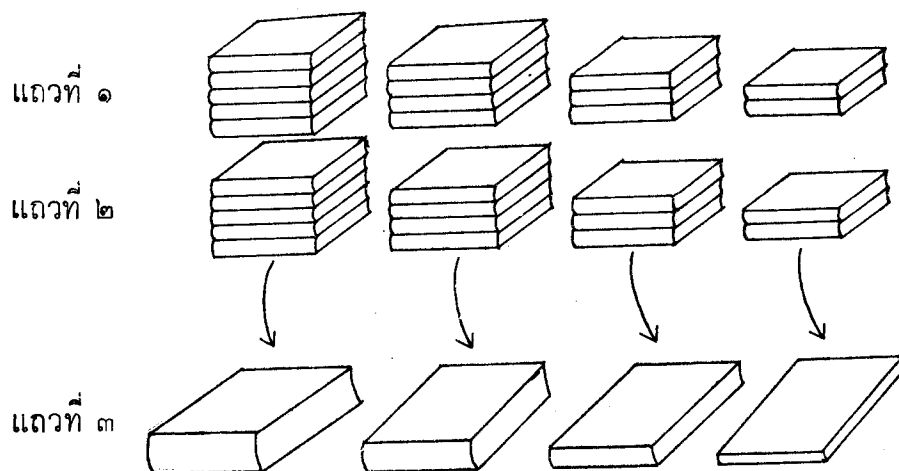
๒. ขัณฑ์บาย อุปกรณ์ในชั้นสังเกตในชั้นที่ ๑ และชั้นที่ ๒ ยังวางอยู่อย่างเดิม ตามภาพ

อุปกรณ์ในชั้นที่ ๑



ความกว้าง ยาว หนา ของทุกก้อนเท่ากัน

อุปกรณ์ในชั้นที่ ๒



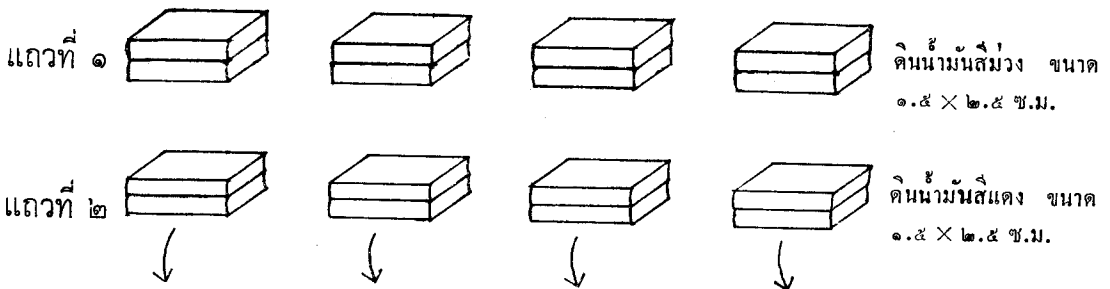
ความกว้าง ยาว เท่ากัน แต่ความหนาจะลดลงตามลำดับ

ครู : “ทำไมแฉกนี้ (ชุดแฉก ๓ ในชั้น ๑) ดินน้ำมันจึงหนาเท่ากันหมด ส่วนแฉกนี้ (ชุดแฉก ๓ ในชั้น ๒) ดินน้ำมันจึงหนาไม่เท่ากัน แต่ความหนาจะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ”

นักเรียน : “เพราะว่าแฉกนี้ (แฉกที่ ๓ ในชั้นที่ ๑) เดิมมีดินน้ำมันเท่ากันหมด เมื่อบั่นให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดเท่ากัน มันจึงหนาเท่ากัน ส่วนแฉกนี้ (แฉกที่ ๓ ในชั้นที่ ๒) เดิมมีเนื้อดินน้ำมันไม่เท่ากัน คือมีดินน้ำมันกองละ ๕, ๔, ๓, ๒ ก้อน ตามลำดับ เมื่อบั่นให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดกว้าง ยาว เท่ากัน มันจึงสูงไม่เท่ากัน

๓. ขั้นทำนาย

วางอุปกรณ์ทั้งภาพข้างล่าง วางเป็น ๒ แถว แถวละ ๔ กอง กองละ ๒ ก้อน ซ้อนกัน



แถวที่ ๓

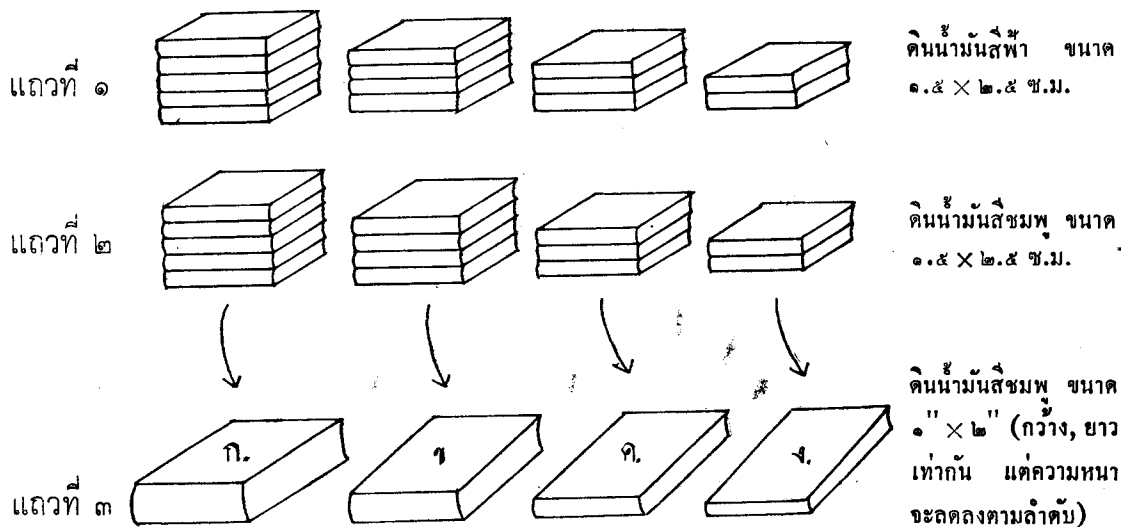
ครู : “ถ้าครูเอาดินน้ำมันในแถวที่ ๒ มาบั่นเสียใหม่ โดยให้มีขนาดใหญ่ไปหาขนาดเล็กตามลำดับ แล้วความหนาของดินน้ำมันจะเป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “ความหนาจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ”

ครู : “ให้นักเรียนพิสูจน์โดยการปั้นจริง ๆ เมื่อนักเรียนพิสูจน์แล้ว ควรจะตอบได้ด้วยว่าดินน้ำมันในแถวที่ ๓ ทุกก้อนเท่ากัน และสามารถตอบได้ว่าดินน้ำมันในแถวที่ ๑ และแถวที่ ๓ (ซึ่งปั้นมาจากแถวที่ ๒) เท่ากัน

๔. ขนควบคุม

วางอุปกรณ์ดังภาพข้างล่าง คือวางดินน้ำมันเป็น ๒ แถว แถวละ ๕, ๔, ๓, ๒ ก้อน
ซ้อนกันตามลำดับ แต่ละก้อนมีขนาด ๑.๕×๒.๕ ซม.



ความกว้าง ยาว เท่ากัน แต่ความหนาลดลงตามลำดับ

ครู : กรุณาลับดินน้ำมันในแถวที่ ๑ หลาย ๆ วิธี เช่น สลับเป็น

๕, ๓, ๒, ๔

หรือ ๓, ๒, ๔, ๕

หรือ ๒, ๕, ๔, ๓

. . . .

ฯลฯ

นักเรียน : ควรจะสามารถนำดินน้ำมันในแถวที่ ๓ คือก้อน ก. ข. ค. ง วางได้ถูกต้องตรงกับคู่ของมันที่มีดินน้ำมันเท่ากัน

ตอนที่ ๒

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๔ ชั่วโมง

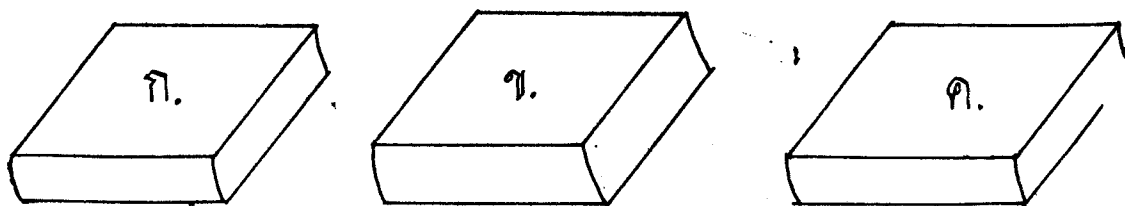
ความมุ่งหมายเฉพาะ

เมื่อเปลี่ยนดินน้ำมันให้มีรูปร่างต่างกันไป ดินน้ำมันจะยังคงเท่ากันอยู่ (การสอนในขั้นนี้มุ่งจะให้เด็กเข้าใจเหตุผลในการทดแทน และแบบทวนกลับคือในแบบทดแทนให้เด็กทราบว่าดินน้ำมันก้อนเล็กแต่หนามีดินน้ำมันเท่ากับก้อนใหญ่แต่บาง และในแบบทวนกลับให้เด็กทราบว่า ถ้าปั้นดินน้ำมันกลับมาเป็นรูปร่างอย่างเดิมมันจะเท่ากัน)

อุปกรณ์

๑. ดินน้ำมัน ๓ ก้อน มีขนาด $๒.๕ \times ๓.๕ \times ๒.๕$ ซม. เท่ากันหมด
๒. กระดาษแข็ง ๓ แผ่น มีขนาด ๒.๕×๓.๕ ซม. ขนาด ๑.๕×๒.๕ ซม. และขนาด ๑.๕×๒.๕ นิ้ว ตามลำดับ

๑. ขันสี่เหลี่ยม วางดินน้ำมันทั้ง ๓ ก้อน ซึ่งมีขนาดเท่ากันหมดตามภาพ

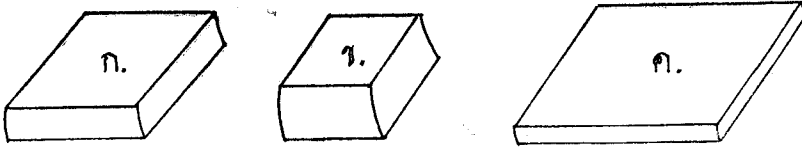


ดินน้ำมันขนาด $๒.๕ \times ๓.๕ \times ๒.๕$ ซม.

ครู : “ดินน้ำมันก้อน ก. ข. ค. เท่ากันไหม?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : ให้นักเรียนปั้นก้อน ข. ให้มีขนาดเท่ากับแผ่นกระดาษแข็งที่มีขนาด ๑.๕×๒.๕ ซม. และปั้นก้อน ค. ให้มีขนาดเท่ากับแผ่นกระดาษแข็งที่มีขนาด ๑.๕×๒.๕ นิ้ว



ครู : “ดินน้ำมัน ก้อน ข. และก้อน ค. เท่ากันไหม?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

๒. ขนอธิบาย

ครู : “ทำไมถึงเท่ากัน”

นักเรียน : “เพราะดินน้ำมันเดิมมีเท่ากัน ถึงจะเปลี่ยนรูปร่างอย่างอื่นมันก็เท่ากัน”

ครู : “นักเรียนมีเหตุผลอื่นอีกไหม?”

นักเรียน : “ไม่มี”

ครู : นักเรียนลองดูก้อน ข. และก้อน ค. ซิ ลักษณะเป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “ก้อน ข. เล็กกว่าก้อน ค. แต่หนากว่า ส่วนก้อน ค. ใหญ่กว่าก้อน ข. แต่เตี้ยหรือบางกว่า”

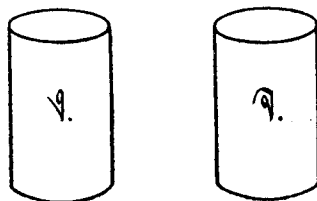
ครู : “ดินน้ำมันสองก้อนนี้ (ข กับ ค) เท่ากันไหม?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “เท่ากันได้อย่างไร ในเมื่อก้อน ข. เล็กกว่า ส่วนก้อน ค. ใหญ่กว่า”

นักเรียน : “ตอบไม่ถูก ให้เหตุผลไม่ได้ แต่ยืนยันว่า “เท่ากัน”

ครู : เอาดินน้ำมันมาใหม่อีก ๒ ก้อน บินให้เป็นแท่งกลม ๆ มีขนาดเท่ากันพอดี แล้วเอามือกดก้อน ง. ลงไป ส่วนก้อน จ. เอามือบีบข้าง ๆ



ครู : “ในขณะที่ดินน้ำมัน ๒ ก้อน มีลักษณะต่างไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร?”

นักเรียน : “เปลี่ยนไป คือก้อน ง. เตี้ย และอ้วนกว่าเดิม ส่วนก้อน จ. ผอม และสูงกว่าเดิม”

ครู : “ทำไมจึงเป็นอย่างนั้น?”

นักเรียน : “เพราะครูกดก้อน ง. ลงไป ดินน้ำมันจึงยุบลงไป และไปพองออกข้าง ๆ ทำให้ก้อน ง. อ้วนเตี้ย ส่วนก้อน จ. นั้น ครูบีบข้าง ๆ ดินน้ำมันจึงทะลักขึ้นไปอยู่ข้างบน ทำให้ก้อน จ. ผอมและสูง”

ครู : “ขณะนี้ ก้อน ง. และ จ. เท่ากันไหม?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : “ทำไมจึงรู้ว่าเท่ากัน?”

นักเรียน : “เพราะ ๒ ก้อนเดิมมันเท่ากัน ก้อน ง. เตี้ยก็จริง แต่ก็อ้วน ส่วนก้อน จ. ถึงจะผอมเล็กแต่ก็สูง มันจึงเท่ากัน”

ครู : “ถ้ากลับมามาดูดินน้ำมันก้อน ข. และ ค. ใหม่ นักเรียนจะบอกครูได้ไหมว่า ทำไมก้อน ข. เท่ากับก้อน ค. ทั้ง ๆ ที่ขนาดไม่เท่ากัน?”

นักเรียน : “เท่ากันเพราะว่าเดิมมันเท่ากัน ก้อน ข. เล็กกว่าก็จริง แต่หนาาก ส่วนก้อน ค. ใหญ่ก็จริงแต่บางนิดเดียว”

ครู : “นักเรียนจะพิสูจน์ให้ครูทราบได้ไหมว่ามันเท่ากันจริง?”

นักเรียน : “พิสูจน์ไม่ได้”

ครู : “ส่งให้นักเรียนปั้นก้อน ข. และ ค. กลับไปโดยให้มีขนาด ๒.๕×๓.๕ ซม. (โดยทาบกับแผ่นกระดาษ) ดังนั้นความหนาจะเท่ากับก้อน ค. แล้วให้นักเรียนเอาก้อนที่ปั้นแล้วมาเทียบกัน

ครู : “สามก้อนนี้มีลักษณะอย่างไร?”

นักเรียน : “เท่ากันหมด”

ครู : “ทำไมจึงเท่ากันหมด?”

นักเรียน : “เพราะว่าเดิมก้อน ก. ข. ค. เท่ากัน แล้วครูเปลี่ยนรูปก้อน ข. ค. ไปเมื่อปั้นกลับมาให้เหมือนก้อน ก. อย่างเท่ามันจึงเท่ากันหมด”

ครู : “ถ้าใครต้องการจะให้หนูให้เหตุผลว่าดินน้ำมัน ๒ ก้อนเท่ากันไหม นักเรียนจะอธิบายอย่างไร?”

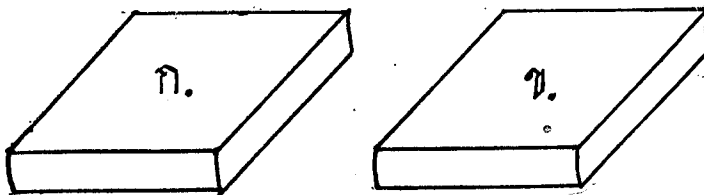
นักเรียน : ควรจะตอบได้ทั้ง ๓ เหตุผล จึงจะแสดงว่าเด็กเข้าใจในบทเรียนนี้
เหตุผลทั้ง ๓ มีดังนี้

ก. ตอบแบบเอกลักษณ์ว่า “ก้อน ข. และ ค. เท่ากัน เพราะว่า
เดิมดินน้ำมันเท่ากัน ถึงครูจะปั้นเป็นรูปร่างอื่นมันก็ยังคงเท่า
กัน”

ข. ตอบแบบทดแทนว่า “ก้อน ข. และ ค. เท่ากัน เพราะก้อน
ข. เล็กแต่หนา ส่วนก้อน ค. ใหญ่ แต่เตี้ยหรือบาง”

ค. ตอบแบบทวนกลับว่า “ก้อน ข. และ ค. เท่ากัน เพราะถ้า
ปั้นก้อน ข. และ ค. กลับไปเป็นรูปร่างที่เหมือนกับอย่างเท่า
มันก็เท่ากัน”

๓. ขันท่านาย ครูวางดินน้ำมัน ๒ ก้อน ซึ่งเท่ากันตามภาพ



ครู : “ถ้าครูปั้นก้อน ก. ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม ความหนาจะเป็น
อย่างไร?”

นักเรียน : “ความหนาจะลดลง ดินน้ำมันจะเตี้ยลงกว่าเก่า”

ครู : “ถ้าครูปั้นก้อน ก ให้ใหญ่กว่าเดิมแล้ว ก้อน ก. และก้อน ข. ก้อน ไหนจะหนากว่ากัน?”

นักเรียน : “ก้อน ข. จะหนามากกว่า”

ครู : “ถ้าครูปั้นก้อน ข. ให้เล็กกว่าเดิมล่ะ ความหนาของก้อน ข. จะเป็นอย่างไร?”

นักเรียน : “ความหนาจะเพิ่มขึ้น ดินน้ำมันจะสูงขึ้นกว่าเดิม”

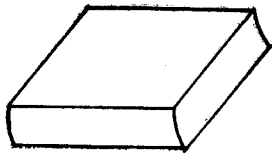
ครู : “ถ้าครูปั้นก้อน ก. ให้ใหญ่กว่าเดิม และปั้นก้อน ข. ให้เล็กกว่าเดิม ใครจะสูงกว่ากัน”

นักเรียน : “ก้อน ข. จะสูงกว่า”

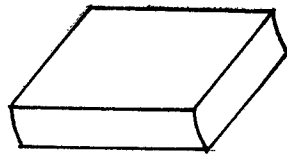
(และควรตอบโต้ด้วยว่า ก้อน ก. และก้อน ข. ที่เปลี่ยนรูปร่างไปแล้ว นั้นจะยังคงเท่ากัน โดยสามารถพิสูจน์ได้ว่ามันเท่ากันจริง ๆ)

๔. ขนควบคุม

ครู : เอาน้ำตาลปอนด์มา ๒ ก้อน วางตามภาพ (หรือจะใช้ชอล์คแทนก็ได้)



ก้อนที่ ๑



ก้อนที่ ๒

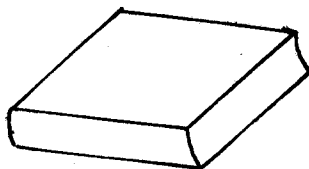
ครู : “น้ำตาลสองก้อนนี้เนื่อน้ำตาลเท่าไหม?”

นักเรียน : “เท่ากัน”

ครู : บดน้ำตาลก้อนที่ ๑ จนเป็นผงละเอียด แล้วถามว่า “กองนี้ (กองที่ ๑) กับก้อนที่ ๒ ยังคงมีเนื่อน้ำตาลเท่ากันไหม?”



ก้อนที่ ๑



ก้อนที่ ๒

นักเรียน : “เท่ากัน” (คำตอบถูก)

“ไม่เท่ากัน” (คำตอบผิด)

ภาคผนวก ๑๙

บทเรียนที่ ๗

สื่อกิจกรรมอนุรักษ์น้ำหนักรัก

ความมุ่งหมายทั่วไป

นักเรียนมีสื่อกิจกรรมอนุรักษ์น้ำหนักรัก

๑. ขึ้นเตรียมความพร้อมและให้ประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการเสริมความเข้าใจในการอนุรักษ์น้ำหนักรัก

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๑ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้รู้จักน้ำหนักของตัวเอง เทียบกับน้ำหนักของคนอื่น ๆ
๒. ให้รู้จักความสมดุลย์ เพื่อให้เข้าใจตาชั่งสองแขน
๓. ให้สามารถประมาณความสมดุลย์ของวัตถุต่าง ๆ ซึ่งมีน้ำหนักเท่ากัน
๔. ให้สามารถประมาณความไม่สมดุลย์ของวัตถุต่าง ๆ ซึ่งมีปริมาณเท่ากัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เมื่อให้ชั่งน้ำหนักตนเอง และเห็นน้ำหนักของเพื่อน นักเรียนควรจะสามารถบอกได้ว่าเพื่อนหนักหรือเบากว่าตน

๒. เมื่อให้เล่นเรือโยกไม้ (อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น) นักเรียนควรจะสามารถบอกได้ว่าเรือจะเอียงไปข้างไหน คือข้างคนที่อ้วนหรือผอม และให้บอกได้ว่า ถ้าเรือข้างหนึ่งมีคนอ้วน ๑ คน คนผอม ๑ คน อีกข้างหนึ่งจะต้องมีคนอ้วน ๑ คน คนผอม ๑ คน จึงจะเกิดความสมดุลย์ และให้นักเรียนใช้คำว่า “สมดุลย์” ได้

๓. เมื่อให้รู้จักวัตถุต่าง ๆ ที่มีน้ำหนักเท่ากัน นักเรียนควรจะสามารถทายได้ว่าจะเกิดความสมดุลย์ ถ้าเอามาหาบหรือมาชั่ง

๔. เมื่อให้รู้จักวัตถุต่าง ๆ ที่มีปริมาณเท่ากัน แต่มีน้ำหนักต่างกัน นักเรียนควรจะสามารถทายได้ว่าจะไม่เกิดความสมดุลย์ เพราะจะเอียงไปข้างวัตถุที่หนัก

ลำดับขั้นในการเรียนการสอน

ขั้นที่ ๑

อุปกรณ์ : ตะขึงสปริง

- วิธีสอน : ๑. ให้เด็กคนหนึ่งขึ้นขี่ คนอื่นๆ สังเกตน้ำหนักและรูปร่าง
 ๒. ให้คนที่สองทายว่าถ้าตนขึ้นขี่ จะหนักมากกว่าหรือน้อยกว่าคนแรก
 เพราะเหตุใด ?

ขั้นที่ ๒

อุปกรณ์ : เรือโยก

- วิธีสอน : ๑. ให้เด็กคนหนึ่งขึ้นนั่งบนเรือข้างหนึ่ง คนอื่นๆ สังเกตน้ำหนักและรูปร่าง
 ๒. ให้เลือกเด็กอีก ๔ คน ว่าจะให้ใครขึ้นอีกข้างหนึ่ง เพื่อให้เรือตรง
 ๓. สอนให้เด็กเข้าใจความหมายของคำ “สมดุลย์” และรู้จักใช้คำนี้ได้
 อย่างเหมาะสม
 ๔. ให้เด็กขึ้นข้างละ ๒ และพยายามให้เรือมีความสมดุลย์

ขั้นที่ ๓ แปรค่าปริมาณ น้ำหนักคงที่

อุปกรณ์ : นุ่น เมล็ดบัว ทราช น้ำหนัก ๑ ก.ก. ทุกอย่าง

- วิธีสอน : ๑. ให้เด็กชั่งน้ำหนักของทั้ง ๓ อย่างนี้
 ๒. ให้ทายว่าถ้าเอาเมล็ดบัวและทราช อย่างละ ๑ ก.ก. ใส่หีบ ใส่ตะขัง
 อย่างละข้าง ตะขังและหีบจะเอียงไปข้างไหน ใส่บนเรือด้วย ทั้งนี้
 เพื่อให้เด็กเข้าใจความคล้ายคลึงกับของตะขัง หีบ เรือ
 ๓. พิสูจน์ (ให้เด็กได้ผลลัถกันลองหีบถ้าเขาสนใจ)

ขั้นที่ ๔ แปรค่าน้ำหนัก ปริมาณคงที่

อุปกรณ์ : นุ่น เมล็ดบัว ทราช ปริมาณเท่ากันใส่กล่อง

- วิธีสอน : ๑. ให้เด็กทายว่าถ้าเอาของ ๓ อย่างนี้ใส่หีบทีละคู่ หีบจะเอียงไปข้างไหน
 ๒. พิสูจน์

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๒ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้เปลี่ยนความคิดที่ว่าน้ำหนักขึ้นอยู่กับขนาด โดยให้รู้ว่ามีของที่เล็กและเบา ใหญ่และหนักก็จริง แต่ของที่เล็กแต่หนัก ใหญ่แต่เบา ก็มี
๒. ได้รับความคิดว่าของขนาดหรือปริมาณเท่ากันจะหนักเท่ากัน เมื่อเป็นของชนิดเดียวกัน
๓. ให้รู้ว่าจะอย่างเดียวกัน ปริมาณเท่ากันแต่เปลี่ยนรูปร่างจะยังคงหนักเท่ากัน
๔. ให้นักเรียนโยงส่งกันไปหาวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เมื่อให้วัตถุต่างชนิดที่เล็กและเบา ใหญ่และหนัก เด็กควรจะสามารถทายน้ำหนักได้ แต่เมื่อให้วัตถุเล็กแต่หนัก ใหญ่แต่เบา เด็กควรจะทายผิด และเรียนรู้ว่าน้ำหนักไม่ขึ้นกับขนาด แต่ขึ้นกับชนิดของวัตถุ
๒. เมื่อให้วัตถุชนิดเดียวกันที่มีปริมาณเท่ากันในภาชนะที่มีรูปร่างเหมือนกัน ขนาดเท่ากัน เด็กควรจะสามารถทายน้ำหนักได้ แต่เมื่อให้วัตถุต่างชนิดในภาชนะที่มีรูปร่างเหมือนกัน ขนาดเท่ากัน เด็กควรจะทายผิดและเรียนรู้ว่าน้ำหนักไม่ขึ้นกับขนาด แต่ขึ้นกับชนิดของวัตถุ
๓. เมื่อให้วัตถุชนิดเดียวกัน มีปริมาณต่างกัน ในภาชนะที่มีรูปร่างเหมือนกัน แต่ขนาดต่างกัน เด็กควรจะสามารถทายน้ำหนักและทายชนิดของวัตถุได้ แต่เมื่อให้วัตถุชนิดเดียวกัน มีปริมาณเท่ากัน ในภาชนะที่มีรูปร่างเหมือนกันแต่ขนาดต่างกัน เด็กควรจะทายผิด ถ้ายังไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความคงที่ของปริมาณและเรียนรู้ว่าน้ำหนักไม่ขึ้นกับรูปร่าง แต่ขึ้นกับปริมาณเมื่อเป็นของชนิดเดียวกัน
๔. เมื่อให้สถานการณ์ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เด็กควรจะสามารถใช้คำอธิบายหรือกฎ หรือส่งกับความคงที่ของน้ำหนัก มาอธิบายสถานการณ์ใหม่นั้น ๆ ได้

ลำดับขั้นในการสอน

ขั้นสังเกต

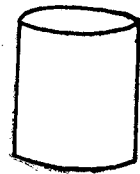
ขั้นที่ ๑ เล็กและเบา ใหญ่และหนัก ของต่างกัน

อุปกรณ์ : นุ่นกลองเล็กสุด ทราয়กลองใหญ่สุด

วิธีสอน : ๑. ให้ทายว่ากลองไหนหนักกว่า



นุ่น



ทราয়

๒. ให้หาบ ให้ชั่ง ให้สังเกต

๓. ให้ทายว่าของที่หนักกว่าคืออะไร (ทราয়) ของที่เบากว่าคืออะไร (นุ่น)

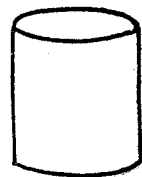
๔. พิสูจน์

๕. ให้พูดและจับกลองนุ่นว่าเล็กและเบา จับกลองทราয়ว่าใหญ่และหนัก

ขั้นที่ ๒ เล็กแต่หนัก ใหญ่แต่เบา

อุปกรณ์ : นุ่นกลองใหญ่สุด ทราয়กลองเล็กสุด

วิธีสอน : ๑. ให้ทายว่ากลองไหนหนักกว่ากัน



นุ่น



ทราয়

๒. ให้หาบ ให้ชั่ง ให้สังเกต

๓. ให้ทายว่าของที่หนักกว่าคืออะไร (ทราয়) ของที่เบากว่าคืออะไร (นุ่น)

๔. พิสูจน์

๕. ให้พูดและจับกลองนุ่นว่าใหญ่แต่เบา จับกลองทราয়ว่าเล็กแต่หนัก

ขั้นที่ ๓ ขนาดเท่ากัน หนักเท่ากัน ของอย่างเดียวกัน

อุปกรณ์ : ทราয় ๒ กลอง ใส่กลองขนาดเท่ากันเต็มกลอง

วิธีสอน : ๑. ให้ทายว่ากลองไหนหนักกว่า หรือเท่ากัน



ทราয়



ทราয়

๒. ให้หาบ ให้ชั่ง ให้สังเกต

๓. ให้ทายว่าอะไรอยู่ในกลอง

๔. พิสูจน์

๕. ให้พูดว่าทราয়เหมือนกัน ใส่กลองเท่ากัน จึงหนักเท่ากัน

ขั้นที่ ๔ ขนากเท่ากัน ของต่างกัน น้ำหนักต่างกัน

อุปกรณ์ : นุ่นกับทรายอยู่ในกล่องขนาดเดียวกัน ๒ กล่อง

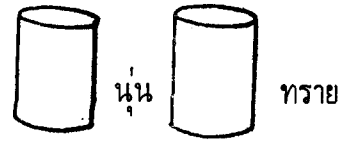
วิธีสอน ๑. ให้ทายว่ากล่องไหนหนักกว่า หรือเท่ากัน

๒. ให้หาบ ให้ชั่ง ให้สังเกต

๓. ให้ทายว่าอะไรอยู่ในกล่อง

๔. พิสูจน์

๕. ให้พูดว่าถึงกล่องทั้งสองจะมีของเต็มเหมือนกัน แต่เนื่องจากลักษณะของของต่างกัน น้ำหนักจึงต่างกัน



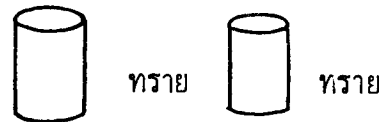
ขั้นที่ ๕ แปรค่าปริมาณของทราย

อุปกรณ์ : ทรายกล่องขนาดกลาง และกล่องขนาด

รองจากเล็กสุด

วิธีสอน : เช่นเดียวกับขั้นที่ ๔ ข้อ ๑-๔

ข้อ ๕ ให้พูดว่าทรายเหมือนกัน แต่เมื่อปริมาณมากขึ้นไม่เหมือนกัน น้ำหนักก็ต่างกัน



ขั้นที่ ๖ แปรค่าขนาดของภาชนะ ไม่แปรค่าปริมาณทราย

อุปกรณ์ : ๑. ใช้กล่องทรายในขั้นที่ ๓ ซึ่งมีทรายเท่ากัน อยู่ในกล่องขนาดเดียวกัน

๒. ใช้กล่องเปล่าขนาดใหญ่และรองใหญ่

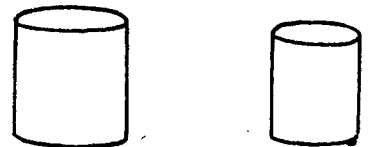
วิธีสอน : ๑. เททรายลงกล่องเปล่าทั้ง ๒ กล่อง

๒. ให้สังเกตว่าระดับต่างกัน

๓. ให้ทายว่ากล่องไหนจะหนักกว่ากัน

๔. ถ้าทายว่าหนักเท่ากันก็ถูก แต่กล่องใหญ่เฉพาะตัวกล่องหนักกว่ากล่องรองจนเห็นได้ชัด จึงไม่ต้องชั่งเมื่อพิสูจน์

๕. ถ้าทายผิดให้อ่านไปขั้นที่ ๕ ให้เด็กชี้แจงได้ว่า เมื่อทรายมีปริมาณไม่เท่ากัน น้ำหนักจึงจะไม่เท่ากันด้วย แล้วเปรียบเทียบกับขั้นที่ ๖



๒. ขนอธิบาย

ผู้สอน : “ทำไมทรายระดับต่างกันจึงหนักเท่ากัน?”

ผู้เรียน : “เพราะเดิมเท่ากัน ไม่ได้เพิ่มอะไรเข้าไป (ตอบแบบเอกลักษณ์)”

“เพราะทรายในกล่องหนึ่งสูงกว่า แต่แคบกว่า ทรายในอีกกล่องหนึ่ง
เตี้ยกว่า แต่อ้วนกว่า” (ตอบแบบทดแทน)”

“เพราะเทกลับไปจะเท่ากัน (ตอบแบบทวนกลับ)”

๓. ขนทำนาย

ให้พิสูจน์ชั้นที่ ๖ โดยใช้ถุงพลาสติกใส่ทรายแทน ถ้ายังไม่ได้นักเรียนลองหา
และบอกความรู้สึกว่าหน้าหลังหนักเท่ากัน

ให้ทบทวนแบบการคิดทั้ง ๓ ถ้าไม่มีคำตอบว่า “ครูไม่ได้เอาอะไรเพิ่มเข้าไปก็
เท่าเดิม”

ให้รอไว้จนสอนชั้นที่ ๑ ในชั้นควบคุม

๔. ขนควบคุม

ชั้นที่ ๑

อุปกรณ์ : ใช้ฟองน้ำขนาดเดียวกัน ๓ ก้อน

วิธีสอน : ๑. ให้เด็กลองจับน้ำหนักฟองน้ำ ๒ อัน ขนาดเดียวกัน ให้บอกว่า
หนักเท่ากัน

๒. ครูเอาฟองน้ำอันหนึ่งชุบน้ำ บีบน้ำออกเพื่อไม่ให้แฉะ ถามว่า
ฟองน้ำยังหนักเท่ากันหรือไม่

๓. เด็กตอบและพิสูจน์โดยลองจับน้ำหนักของฟองน้ำที่ชุบและไม่ชุบ
น้ำหนัก

(คิดว่าพอจะใช้ชั่งพิสูจน์ได้ แม้ชั่งจะไม่ตรงชั่งกลาง ถ้าชั่งไม่ตรง)

๕ ๙
บทที่ ๒

อุปกรณ์ : ใช้ไม้ในแผ่นแบ่งเศษส่วนที่มีปริมาณคงที่

- วิธีสอน :
๑. ถามว่า แผ่นไม้กลมแต่ละวงจะหนักเท่ากัน หรือต่างกัน (ความจริงหนักไม่เท่ากัน เพราะเขาทำมาไม่ดี แต่ถ้ามีสิ่งที่จะต้องตอบว่าหนักเท่ากัน เวลาถามงัดขึ้นมาให้เด็กเห็นด้วยว่าแบ่งออกเป็นชิ้น ๆ)
 ๒. ให้บอกว่าหนักเท่ากัน
 ๓. พิสูจน์ (พิสูจน์ได้เฉพาะ $\frac{a}{b}$ กับ $\frac{c}{d}$ ซึ่งซึ่งก็ไม่ตรงซีกกลางอยู่นั่นเอง)
-

ภาคผนวก ๒๐

บทเรียนที่ ๘

การรวมเข้าประเภท

ตอนที่ ๑

การรวมเข้าประเภท (สัตว์)

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๒ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

๑. ให้นักเรียนรู้จักเซต (Set) ของสัตว์เลี้ยงกลาน และของสัตว์น้ำ โดยดูจากลักษณะร่วมของสัตว์ทั้งสองประเภท นอกจากนั้นยังสามารถแยกได้ว่า อะไรที่ไม่ใช่สัตว์เลี้ยงกลาน และอะไรไม่ใช่สัตว์น้ำ ซึ่งจะเรียกเซต (Set) ใหม่ว่าเป็นเซต (Set) ของสัตว์

๒. ให้นักเรียนได้เข้าใจเซต (Set) และสับเซต (Subset) คือเข้าใจว่าสัตว์เลี้ยงกลานและสัตว์น้ำ ต่างก็เป็นเซตย่อย (Subset) ของสัตว์รวมทั้งหมด

อุปกรณ์ ๑. ภาพ ๓ มิติ และ ๒ มิติ

- พวกสัตว์เลี้ยงกลาน เช่น งู จิ้งจก เต่า ตะพาบน้ำ กบ กิ้งก่า จิ้งเหลน ฯลฯ
- พวกสัตว์น้ำ เช่น ปลา ปู หอย กุ้ง ฯลฯ
- พวกสัตว์ เช่น หมู ควาย สุนัข แมว ฯลฯ

๑. ขั้นสังเกต

วางสัตว์ (รูป และวัตถุ ๓ มิติ) ที่จะกล่าวถึงให้เด็กเห็นบนโต๊ะครู บอกว่าจะเล่นเกมปัญหาให้ทาย ให้เด็กปรึกษากันก่อนตอบ ถ้าเอาเด็ก ๒ กลุ่ม แข่งขันกันก็อาจจะสนุก ใช้ริบบิ้นยางสีแดงและน้ำเงินให้คะแนนกลุ่มละสี่ คือติดขึ้นดาว (ถ้าตัดยาก ตัดเป็น ๓ หรือ ๔ เหลี่ยมก็ได้) ให้เฉพาะเวลาตอบถูกและตอบได้ก่อน เด็กที่เหลือให้คัดพวกที่สังเกตได้ว่าย่ออนมาก ๆ เล่นสัตว์ต่าง ๆ ที่เตรียมไปโดยให้ครูผู้ช่วยฝึกเด็กในเรื่องแบบการรู้ต่อ

ขั้นที่ ๑
บทที่ ๑

ต้องการให้เด็กเกิดสังกับเรื่องๆ โดยเพิ่มลักษณะต่าง ๆ ของงูจนเด็กตอบได้

ครู : “อะไรเอ่ย ชอบกินเหยื่อ?”

นักเรียน : (บางคนอาจตอบได้ทันที ถ้าตอบได้ก็ข้ามไปขั้นที่ ๒) ยังไม่ตอบ ยังไม่ปรึกษากัน ให้ครูเราให้เด็กหัดปรึกษากัน เพื่อเด็กจะได้ใช้ภาษาที่ตนเข้าใจมากกว่าฟังภาษาครู

ครู : “เจ้าตัวที่ชอบกินเหยื่อนี้ ตัวยาวๆ ไม่มีขา”
“เจ้าตัวที่ชอบกินเหยื่อนี้ มักจะคุ บางตัวกัดคนอาจถึงตาย”

นักเรียน : “งู”

ครู : “ถูกแล้ว” (ให้คะแนนกลุ่มที่ตอบได้ก่อน)

สังเกตว่าที่ตอบได้นี้ตอบจากการปรึกษากัน หรือคนเก่งตอบคนเดียว ถ้าปรึกษากันให้บอกว่า “ถูกแล้ว” และให้คะแนนกลุ่มที่ตอบได้ก่อน ถ้าไม่ปรึกษากันให้ถามว่า “ที่เพื่อนเขาตอบว่างูนั้นงูไหม?” ให้เด็กหัดปรึกษากันต่อ จนเด็กเห็นพ้องต้องกันว่าถูก จึงค่อยบอกว่าถูกต้อง
ต้องการให้เด็กเพิ่มตัวอย่างของงูชนิดต่างๆ ใช้ชั้นของ De Cecco ช่วยเป็นตอนๆ เช่น

ขั้นที่ ๒
บทที่ ๒

๑. แสดงภาพเขียนในลักษณะโครงสร้าง มีรายละเอียดที่สำคัญ เช่น ตัวมีเกล็ด

๒. ให้ตัวอย่างที่เป็นงู

๓. ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่งู เป็นตัวอย่างที่หลอกเด็กบ้าง เช่น ปลาไหล (ซึ่งจะใช้ต่อไปด้วย)

ขั้นที่ ๓
บทที่ ๓

ต้องการเน้นลักษณะร่วมของสัตว์เลื้อยคลาน

ครู : “อะไรเอ่ย เวลาไปไหนจะเลื้อย เลื้อยอย่างไร?”

นักเรียน : ทำท่าเลื้อยด้วยมือ (ถ้าเอาตัวเลื้อย ให้ครูระวังว่าพื้นมีเสี้ยนหรือไม่)

ครู : “พวกนี้มักจะดู กัดเจ็บ บางทีถึงตาย ทายชีว่าตัวอะไร มีขาไหม?”

นักเรียน : “งู ไม่มีขา”

ครู : “ถูกแล้ว ดี” เว้นระยะ “ลองทายอีกตัวหนึ่ง มีอยู่ที่นั่นแล้วเหมือนกัน
ตัวยาว ๆ เวลาไปไหนจะคลาน คลานอย่างไร?”

นักเรียน : ใช้มือและเท้าคลาน ๔ ขา

ครู : “ถูก ทายชีว่าตัวอะไร มีขาไหม?”

นักเรียน : (เงิบ)

ครู : “นักเรียนรู้จักตัวจิ้งเหลนไหม ตัวมันเหมือนงูแต่มีขา ๔ ขา”

นักเรียน : “ไม่เคยเห็น”

ครู : “เราจะเรียกจิ้งเหลนกับงูว่า งู ได้ไหม?”

นักเรียน : “ไม่ได้”

ครู : “สองอย่างนี้ เราวมเรียกว่าอะไร?”

นักเรียน : “สัตว์เลื้อยคลาน”

ครู : “เราพูดว่าตะขาบเป็นสัตว์เลื้อยคลานได้ไหม?”

นักเรียน : “ได้”

ครู : “อะไรเอ่ย อยู่ในน้ำก็ได้ อยู่บนบกก็ได้ เวลาอยู่ในน้ำก็ว่าย ว่ายทำ
อย่างไร?”

นักเรียน : “วิ่งเอามือแหวกอากาศจากข้างหน้าไปข้างหลัง”

ครู : “ถูกแล้ว เวลาอยู่บนบกก็คลาน ๔ ขา คลานช้า ๆ ทายชีตัวอะไร ?
(เรามีเต่าจริง ๆ) คลานอย่างไร?”

นักเรียน : “เต่า คลานตะกุกตะกัก”

ครู : “เราพูดว่าเต่าเป็นสัตว์เลื้อยคลานได้ไหม?”

นักเรียน : “ได้”

- ครู : “ถูกแล้ว เราพูดว่าเต่าเป็นสัตว์น้ำได้ไหม ?”
 นักเรียน : “ใช่”
 ครู : “ถูกแล้ว ตะขาบ เป็นสัตว์น้ำใช่ไหม ?”
 นักเรียน : “ไม่ใช่”
 ครู : “งู เป็นสัตว์น้ำใช่ไหม ?”
 นักเรียน : “ไม่ใช่”
 ครู : “งู ตะขาบ เต่า รวมเรียกว่า สัตว์เลื้อยคลานทั้งหมดใช่ไหม ?” ครูจับ
 สัตว์เหล่านั้นรวมกัน
 นักเรียน : “ใช่”
 ครู : “ทั้ง ๓ ตัวนี้ มีตัวอะไรว่ายน้ำได้ ?”
 นักเรียน : “งู กับ เต่า”
 ครู : “งูกับเต่าดำน้ำได้ไหม ?”
 นักเรียน : “ใช่”
 ครู : “อยู่ในน้ำก็ไม่ตาย อยู่บนบกก็ไม่ตาย หรือตาย ?”
 นักเรียน : “ไม่ตาย”

ขั้น ๔ ขนท ๔ ต้องการเน้นลักษณะร่วมของ “สัตว์น้ำ”

- ครู : “อะไรเอ่ย ตัวยาวๆ ว่ายน้ำได้ อยู่แต่ในน้ำ ตัวนี้เรากินได้มั้ย ?”
 นักเรียน : “ปลาไหล”
 ครู : “ปลาไหลอยู่บนบกจะตายไหม ?”
 นักเรียน : “อยู่ได้ทนเหมือนกัน แต่ต้องตายแน่ ๆ เพราะมันอยู่แห้ง ๆ ไม่ได้”
 ครู : “ปลาไหล เลื้อยไหม เวลาไปไหน ๆ ?”
 นักเรียน : “เลื้อย เลื้อยในน้ำ”
 ครู : “ปลาไหลที่เราเรียกว่าเป็นสัตว์เลื้อยคลานได้ไหม ?”
 นักเรียน : “ใช่” (ผิด)

ครู : “ปลาไหล อยู่ในน้ำก็ได้ บนบกก็ได้ เหมือนงูไหม ?”

นักเรียน : “ไม่เหมือน”

ครู : “ปลาไหล เป็นสัตว์เลื้อยคลานหรือเป็นอย่างอื่น ?”

นักเรียน : “เป็นสัตว์น้ำ”

ครู : “อะไรเอ่ย ท้ายาว ๆ อยู่ในน้ำ มีขาตรงท่อนหัว มีก้ามยาว ๆ ?”

นักเรียน : “กิ้ง”

ครู : “กิ้งคลานตามพื้นในน้ำ หรือว่ายน้ำ หรือทำได้ทั้ง ๒ อย่าง ?”

นักเรียน : “ได้ทั้งสองอย่าง”

ครู : “กิ้งเป็นสัตว์เลื้อยคลานใช่ไหม ?”

นักเรียน : “ใช่” (ผิด)

ครู : “กิ้งอยู่บนบกจะตายไหม ?”

นักเรียน : “ตาย”

ครู : “เพราะฉะนั้นกิ้งเป็นสัตว์เลื้อยคลานหรือสัตว์น้ำ ?”

นักเรียน : “สัตว์น้ำ”

ครู : “ถ้าเด็กตอบไม่ได้ก็ไล่ที่ละตัวว่าเป็นสัตว์น้ำหรือไม่

“ทำไมเมื่อเราเอาปลาไหลกับกิ้งมารวมกับงู ตะขาบ เต่า เราจึงไม่เรียกว่าเป็นสัตว์เลื้อยคลาน ?”

นักเรียน : “ตอบไม่ได้”

ครู : “ปลาไหลเลื้อยไหม ?”

นักเรียน : “อาจจะเลื้อยบนพื้นคลอง แต่มันคงว่ายน้ำมากกว่า”

ครู : “เพราะฉะนั้นมันเป็นสัตว์น้ำหรือสัตว์เลื้อยคลาน ?”

นักเรียน : “เป็นสัตว์น้ำ”

ครู : “กิ้งล่ะ คลานไหม ?”

นักเรียน : “คลาน”

- ครู : “เราเรียกกุ้งว่าเป็นสัตว์เลื้อยคลานได้ไหม ? เพราะอะไร ?”
- นักเรียน : “ไม่ได้ เพราะกุ้งคลาน แต่อยู่ได้แต่ในน้ำ ชื่นบกก็ตาย”
- ครู : “งั้นเราเรียกกุ้งว่าอะไร ?”
- นักเรียน : “เรียกว่า สัตว์น้ำ”
- ครู : “ถ้ารวมกันอย่างกอนี้แล้ว เรียกว่าสัตว์น้ำก็ได้ สัตว์เลื้อยคลานก็ไม่ได้ จะเรียกว่าอะไร ?”
- นักเรียน : “เรียกว่าสัตว์” (ถ้าตอบได้ก็ข้ามไปขั้นทำนาย)
- ครู : ถ้าตอบไม่ได้ให้ถามว่า “งู เป็นสัตว์ไหม ? ปลาไหลเป็นสัตว์ไหม ? ฯลฯ ถ้าเราเรียกแต่ละตัวว่าเป็นสัตว์ได้ รวมหมดทุกตัวนี้ เรียกว่าสัตว์ได้ไหม ?”
- นักเรียน : “ได้”
- ครู : “เพราะอะไร ?”
- นักเรียน : (ไม่ตอบ)
- ครู : “เวลาเราเรียกว่าสัตว์ เราบอกด้วยใหม่ว่าเป็นสัตว์เลื้อยคลาน เป็นสัตว์น้ำ ?”
- นักเรียน : “ไม่บอก”
- ครู : “ถ้าไม่บอก สัตว์เลื้อยคลานก็เป็นสัตว์ สัตว์น้ำก็เป็นสัตว์ใช่ไหม ?”
- นักเรียน : “ใช่”
- ครู : “เพราะฉะนั้น ทุกตัวนี้เราวมเรียกว่าสัตว์ได้ เพราะเราไม่ได้พูดถึงลักษณะของมันเช่นลักษณะที่มันเลื้อยคลาน หรือลักษณะที่มันอยู่ได้แต่ในน้ำ ใช่หรือไม่ ?”
(ประโยคนี้ไม่ทราบว่าจะเด็กจะเข้าใจไหม ?)
- นักเรียน : “ใช่”

๒. ขนอธิบาย

๕
บทที่ ๑

ครู : “ทำไมเราจึงเรียกงู ตะขาบ เต่า ว่าเป็นสัตว์เลื้อยคลาน?”

นักเรียน : (ไม่ตอบ)

ครู : “งู ตะขาบ เต่า ๓ อย่างนี้ตัวไหนเลื้อย ตัวไหนคลาน? ไหนคะ
ว่าใครจะลองเป็นงู ตะขาบ เต่า คนที่ลองแสดงเป็นตะขาบ เป็น
เต่า เป็นงู จะไปอย่างไร?”

นักเรียน : “งูเลื้อย ตะขาบคลานดี๊บบ เต่าคลานตะกุกตะกัก”

ครู : “ทำไมเราจึงเรียก งู ตะขาบ เต่า ว่าเป็นสัตว์เลื้อยคลาน?”

นักเรียน : (ปรึกษากัน) “เพราะ งูเลื้อย ตะขาบกับเต่าคลาน”

๕
บทที่ ๒

ครู : “ทำไมเราจึงเรียกปลาไหลกับกิ้งก่าเป็นสัตว์น้ำ?”

นักเรียน : “เพราะว่างูว่ายน้ำได้ แต่ไม่อยู่ในน้ำ งูหลายตัวอยู่บนบก”

๕
บทที่ ๓

ครู : “เมื่อเราเอางู ตะขาบ เต่า มารวมกับปลาไหล กิ้งก่า จั๊บสัตว์เหล่านี้
มารวมกัน เรียกทั้งหมดว่า สัตว์น้ำ ได้ไหม?”

นักเรียน : “ไม่ได้ เพราะตะขาบไม่ใช่สัตว์น้ำ งูไม่ใช่สัตว์น้ำ งูอยู่บนบกก็ไม่ตาย
งูบางอย่างก็อยู่แต่บนบก ไม่อยู่ในน้ำ ฯลฯ”

(ถ้าเด็กแสดงความไม่เข้าใจคำว่า ลักษณะร่วม ให้ใช้คำว่ามีอะไรๆ
เหมือนกัน)

๕
บทที่ ๔

ครู : “สัตว์ที่เป็นสัตว์น้ำ ต้องมีอะไรเหมือนกันบ้าง?”

นักเรียน : “อยู่ในน้ำ”

ครู : “อะไรอีก?”

นักเรียน : “ถ้าอยู่บนบกจะตาย จะว่ายน้ำ หายใจในน้ำได้ ไม่สำลักน้ำ”

ครู : “นอกจากปลาไหล กุ้ง มีอะไรอื่นอีกที่เป็นสัตว์น้ำ?”

นักเรียน : “หอย ปู ปลาอื่น ๆ”

ครู : “ปูอยู่บนบกนาน ๆ ได้ไหม? อยู่บนบกตลอดไปโดยไม่มีน้ำเลย ได้ไหม?”

นักเรียน : “ไม่ได้ จะตาย”

๕ บทที่ ๕

ครู : “สัตว์ที่เป็นสัตว์เลื้อยคลาน ต้องมีอะไรเหมือนกันบ้าง?”

นักเรียน : “ต้องเลื้อย หรือคลาน บางตัวอยู่ในน้ำก็ได้ อยู่บนบกก็ได้ บางตัวอยู่ได้แต่บนบก”

ครู : “นอกจากงู เต่า ตะขาบ มีอะไรอีกที่เลื้อย หรือคลาน?”

๑. ขนทำนายน (ควรพักเสียก่อน)

๕ บทที่ ๑ (เอาสัตว์อื่นใส่รวมกับสัตว์น้ำ)

ครู : “ถ้าเอาภาพที่เป็นพวกสัตว์น้ำด้วยกันกองไว้ด้วยกัน แล้วจะเอาสัตว์อื่นใส่เข้าไปแล้วจะเรียกว่าสัตว์น้ำได้ไหม?”

นักเรียน : “ไม่ได้”

ครู : “เพราะอะไรจึงไม่ได้?”

นักเรียน : “เพราะตะขาบอยู่บนบก ตะขาบไม่อยู่ในน้ำ ตะขาบจะสำลักน้ำตายถ้าจมน้ำ”

๕ บทที่ ๒ (เอาสัตว์อื่นใส่รวมกับสัตว์)

ครู : “ถ้าเราเรียกชื่อว่าสัตว์เฉย ๆ ไม่เจาะจงว่าต้องมีอะไรเหมือนกัน เราจะเอาสัตว์อะไร ๆ ใส่เข้าไปได้ไหม?” (ปล่อยให้ตะขาบอยู่รวมกับสัตว์น้ำ)

นักเรียน : “ได้”

ครู : “ทำไมจึงได้?”

นักเรียน : “เพราะไม่ได้เรียกว่าสัตว์น้ำ เพราะทุกตัวเป็นสัตว์เหมือนกัน”

ครู : (ชี้กongsัตว์น้ำที่มีตะขาบรวมอยู่ด้วย) “ทั้งหมดนี้เรียกว่าสัตว์ หรือเรียกว่าสัตว์น้ำ?”

นักเรียน : “สัตว์”

ขั้นที่ ๓ (เปรียบเทียบสัตว์น้ำกับสัตว์เลื้อยคลานคนละกอง)

ครู : (จับสัตว์น้ำและสัตว์เลื้อยคลานแยกออกเป็น ๒ กอง)

“ถ้าเรามีสัตว์น้ำกองหนึ่ง สัตว์เลื้อยคลานกองหนึ่ง นักเรียนลองเปรียบเทียบว่ามีสัตว์น้ำมากกว่า หรือมีสัตว์เลื้อยคลานมากกว่า?”

นักเรียน : “สัตว์เลื้อยคลานมีมากกว่าเพราะมีงู ตะขาบ เต่า ๓ อย่าง สัตว์น้ำมีปลาไหล กับ กุ้ง ๒ อย่างเท่านั้น”

ขั้นที่ ๔ (เปรียบเทียบ “สัตว์” กับ สัตว์เลื้อยคลานคนละกอง)

ครู : “ถ้าครูเรียกว่าสัตว์ เราจะเอาสัตว์น้ำกับสัตว์เลื้อยคลานมารวมกันได้ไหม”

นักเรียน : “ได้”

ครู : “งั้นนักเรียนเอารวมกัน”

นักเรียน : (ทำตาม)

ครู : “ถ้าเราจะเปรียบกับสัตว์เลื้อยคลาน นักเรียนจะเอาของสัตว์น้ำไปเปรียบกับกองไหน?”

(ครูเตรียมสัตว์เลื้อยคลานไว้ให้อีกชุดหนึ่ง ปนอยู่กับสัตว์อื่น ๆ มี งู ตะขาบ เต่า จิ้งหรีด)

นักเรียน : (ควรจะไปหยิบเอาสัตว์เหล่านั้นมาไว้รวมกันอีกกองหนึ่งได้ ถ้าไม่ได้ให้ครูแนะ)

ครู : “ถ้าเรามี ๒ กองอย่างนี้ เรามีสัตว์มากกว่าหรือมีสัตว์เลื่อยคลานมากกว่า?”

นักเรียน : “มีสัตว์เลื่อยคลานมากกว่า”

ครู : “ดูซิว่าใน ๒ กองนี้มีอะไรซ้ำกันบ้าง?”

นักเรียน : “เต่า กับ สัตว์เลื่อยคลานกองเดียวกัน”

บทที่ ๕

เปรียบเทียบ “สัตว์” กับสัตว์เลื่อยคลานต้องเดียวกัน

ครู : “ถ้าเอาที่ซ้ำกันออกเสีย แล้วเอาที่เหลือรวมเป็นกองเดียวกัน เราจะเรียกว่ากองอะไร?”

นักเรียน : “กองสัตว์”

ครู : “ในกองสัตว์นี้มีสัตว์เลื่อยคลานอยู่ด้วยไหม?”

นักเรียน : “มี”

ครู : “ในกองสัตว์นี้มีสัตว์มากกว่า หรือมีสัตว์เลื่อยคลานมากกว่า?”

๑. ตอบถูก “มีสัตว์มากกว่า มีสัตว์ ๖ อย่าง มีสัตว์เลื่อยคลาน ๔ อย่าง ให้ข้ามไปชั้นควบคุม

๒. ตอบผิด “มีสัตว์เลื่อยคลานมากกว่า มีสัตว์ ๒ อย่าง มีสัตว์เลื่อยคลาน ๔ อย่าง”

ครู : “สองอย่างนี้ (จับปลาไหล กับกิ้ง) นักเรียนเรียกว่าสัตว์เฉยๆ หรือเรียกว่าสัตว์น้ำ?”

นักเรียน : “เรียกสัตว์เฉยๆ ก็ได้ เรียกสัตว์น้ำก็ได้”

ครู : “สัตว์เลื่อยคลาน ๔ ชนิด นักเรียนเรียกว่าสัตว์ได้ไหม?”

นักเรียน : “ได้”

ครู : “ถ้าเรียกว่าสัตว์เฉยๆ มีอยู่ที่ชนิด นัขิ?”

นักเรียน : “๖ ชนิด”

ครู : “ถ้าเราเปรียบ สัตว์ กับสัตว์เลื้อยคลาน ไหนจะมากกว่ากัน?”

นักเรียน : “สัตว์มากกว่า” (ตอบถูก)

ขั้นที่ ๖
ขั้นที่ ๖

ถ้าเด็กยังตอบผิด ให้เริ่มจากขั้นที่ ๓ ใหม่ โดยเปลี่ยนจำนวนสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์น้ำให้เท่ากันเช่น เอาหอยเข้าไปในสัตว์น้ำ เอาจระเข้ออก เปรียบเทียบโดยแยกเป็น ๒ กอง

ครู : “กองไหนมากกว่า?”

นักเรียน : “๕ กองสัตว์เลื้อยคลาน”

ครู : “กองที่น้อยกว่า นักเรียนเรียกว่ากองอะไร?”

นักเรียน : “กองสัตว์เลื้อยคลาน”

ครู : “กองที่มากกว่า เรียกว่ากองอะไร เรียกกองสัตว์เลื้อยคลานได้ไหม?”

นักเรียน : “ไม่ได้ เพราะมีสัตว์น้ำด้วย”

ครู : “งั้นนักเรียนจะเรียกว่าอะไร?”

นักเรียน : “กองสัตว์”

ครู : “มีสัตว์มากกว่า หรือมีสัตว์เลื้อยคลานมากกว่า?”

นักเรียน : “มีสัตว์มากกว่า”

ครู : “กี่ชนิด?”

นักเรียน : “๖ ชนิด”

ครู : “ซ้ำกับกองโน้นกี่ชนิด?”

นักเรียน : “๓ ชนิด”

ครู : (หยิบเอาตัวที่ซ้ำออกเก็บให้พ้นสายตา เอาสัตว์น้ำกับสัตว์เลื้อยคลานมารวมเป็นกองเดียวกัน)

“กองนี้มีสัตว์มากกว่า หรือมีสัตว์เลื้อยคลานมากกว่า?”

นักเรียน : “มีสัตว์มากกว่า มีสัตว์ ๖ ชนิด แต่สัตว์เลื้อยคลานมีเพียง ๓ ชนิด
(ตอบถูกแสดงว่าเกิดความเข้าใจว่าต้องนับสัตว์เลื้อยคลาน ๒ ครั้ง)
“มีสัตว์เลื้อยคลานมากกว่า เพราะมี ๓ ชนิด สัตว์น้ำมี ๓”
(ตอบผิด แสดงว่ายังไม่เข้าใจว่าต้องนับสัตว์เลื้อยคลาน ๒ ครั้ง)

ให้ครูเอาตัวที่ซ้ำที่เก็บไปแล้วออกมาให้ดูใหม่ นับใหม่ และเก็บซ่อนใหม่ ตาม
ขั้นตอนการทั้งหมด จนกว่าเด็กจะตอบถูก

ถ้าทำแล้วยังไม่เกิดความสามารถในการรวมเข้าประเภท ก็หยุดไว้ก่อน

ความมุ่งหมายเพื่อจัดสภาพการณ์ในการจัดภาพสัตว์เข้ากองต่าง ๆ ให้ถูกต้องได้ด้วย
ตนเอง โดยไม่ต้องให้ครูบอก สามารถแยกกองสัตว์ได้ และเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ใน
กลุ่มเล็กและกับสัตว์ในกลุ่มใหญ่

(ถ้าเด็กเข้าใจให้สอนต่อ)

ขั้น ๔
บทที่ ๓

ครู : “ถ้าปลาไหลตาย สัตว์น้ำอื่นๆ จะยังอยู่ไหม?”

นักเรียน : “อยู่”

ครู : “เช่นอะไรบ้าง?”

นักเรียน : “ปลาอื่นๆ กุ้ง หอย ปู”

ครู : “ถ้าเกิดน้ำเน่าแล้วสัตว์น้ำตายทั้งหมด จะมีสัตว์อะไรเหลือไหม?”

นักเรียน : “ก็มีสัตว์บก สัตว์ปีก สัตว์เลื้อยคลาน”

ครู : “ถ้าสัตว์ทั้งหมดตายละ จะมีสัตว์อะไรเหลืออยู่?”

นักเรียน : “ไม่มี”

(ถ้าเด็กไม่เข้าใจ แสดงว่ายังขาดความยืดหยุ่นในการจัดประเภท ต้องฝึกการแยก
ประเภทซ้ำอีก โดยให้เด็กแบ่งสัตว์ออกเป็นแบบหนึ่ง แล้วใช้สัตว์กลุ่มเดียวกันแบ่งให้เป็นอีก
แบบหนึ่ง ความสามารถอันนี้จะช่วยให้เรียนรู้การเอาเข้ามารวมในประเภทได้ดีขึ้นภายหลัง)

๔. ขนควบคุม

ขนท ๑

- ครู : ใช้สัตว์ป่า สิงห์โต ยีราฟ ช้าง
 สัตว์กักได้เหมือนกัน สิงห์โต งู ตะขาบ
 “ก่องสัตว์ก่องนี้มีสัตว์มากกว่า หรือมีสัตว์กักได้เหมือนกันมากกว่า?”
- นักเรียน : “มีสัตว์มากกว่า”
- ครู : ใช้ผีเสื้อ (มีหลายตัวที่ห้อยจากเพดาน) นก (หลายๆรูป) สัตว์ ๔ เท้า
 “มีสัตว์ปีกมากกว่าหรือมีสัตว์มากกว่า?”
- นักเรียน : “มีสัตว์มากกว่า”

ตอนท ๒

การรวมเข้าประเภท (คอกไม้)

ความมุ่งหมายทั่วไป ให้นักเรียนมีสังกัดของการรวมประเภทย่อยเข้าประเภทใหญ่

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๒ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายเฉพาะ

๑. ให้นักเรียนสร้างสังกัดเป็น ตามชั้นของ De Cecco
๒. ให้นักเรียนแบ่งประเภท และเปรียบเทียบประเภทย่อยกับประเภทย่อยได้
๓. ให้นักเรียนแบ่งประเภท และเปรียบเทียบประเภทย่อยกับประเภทใหญ่ได้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เมื่อให้สถานการณ์ที่มีของ ๒ ประเภทย่อยอยู่ด้วยกัน ผู้เรียนควรจะสามารถแยกของ ๒ ประเภทย่อยออกจากกันได้ ทั้งชื่อประเภทย่อยได้ ทั้งชื่อประเภทใหญ่ได้

๒. เมื่อให้สถานการณ์ที่มีประเภทย่อย ๒ ประเภท ผู้เรียนควรจะสามารถชี้ความมากมายของแต่ละประเภทย่อยเปรียบเทียบกันได้

๓. เมื่อให้สถานการณ์ที่มีแค่ประเภทใหญ่ ผู้เรียนควรจะสามารถเปรียบเทียบกับประเภทย่อย โดยไม่ต้องมีประเภทย่อยปรากฏอยู่ให้เปรียบเทียบ

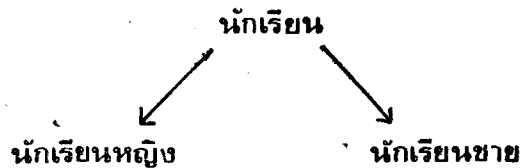
ลำดับขั้นในการสอน

ตอนที่ ๑ การสอนโครงสร้างของสังกัด

๑. ขั้นสังเกต

ครู : แบ่งเด็กออกเป็นกลุ่มผู้สังเกต (เด็กเก่ง) และกลุ่มผู้ถูกสังเกต (เด็กอ่อน) ให้แต่ละกลุ่มมีเด็กชาย หญิง ประมาณเท่าๆกัน บอกผู้สังเกตว่า “ครูจะให้แบ่งกลุ่มโน้นออกเป็น ๓ กลุ่ม นักเรียนจะแบ่งอย่างไร ?”

นักเรียน : บอกเพื่อนหญิงให้อยู่รวมกัน เพื่อนชายอยู่รวมกัน



๒. ขั้นอธิบาย

ครู : “ทำไมแบ่งอย่างนั้น ?”

นักเรียน : “เพราะพวกหนึ่งเป็นผู้หญิง อีกพวกหนึ่งเป็นผู้ชาย”

๓. ขั้นทำนายน

ครู : “ถ้าครูไปอยู่กับพวกนี้ (กลุ่มหญิง) จะเรียกว่าพวกผู้หญิงได้ไหม ?”

นักเรียน : “ได้”

ครู : “ถ้าครูไปอยู่กับพวกนี้ (กลุ่มหญิง) จะเรียกว่านักเรียนหญิงได้ไหม?”

นักเรียน : “ไม่ได้ เพราะครูไม่ใช่ นักเรียน”

ครู : “ถ้าเอากลุ่ม นักเรียนหญิง ไปรวมกับกลุ่ม นักเรียนชาย จะเรียกว่ากลุ่มนักเรียนหญิงได้ไหม ?”

- ครู : ถ้าตอบผิดให้แยกกลุ่มใหม่ ให้นักเรียนหญิงจับกลุ่มที่เดิม ให้นับจำนวนแล้วเอานักเรียนหญิงชายมารวมกัน
 “ทั้งหมดนี้มีมากกว่ากลุ่มที่ยืนอยู่ตรงนี้ (ชี้ที่กลุ่มนักเรียนหญิงเคยยืน) ใช่หรือไม่ใช่?”
 ทำซ้ำ ๆ จนเด็กเห็นการเปรียบเทียบกลุ่มใหญ่กับกลุ่มย่อย

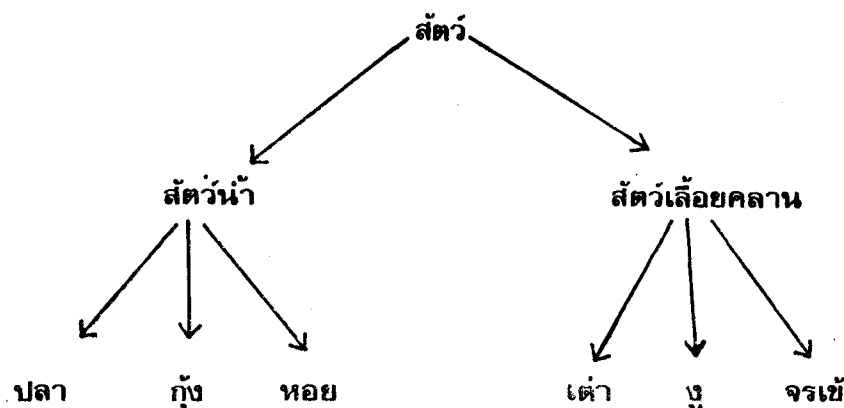
๒. ขนอธิบาย

- ครู : “มีนักเรียนมากกว่านักเรียนหญิง ใช่หรือไม่?”
 นักเรียน : “ใช่”
 ครู : “เพราะอะไร?”
 นักเรียน : “เพราะ นักเรียนมีทั้งนักเรียนหญิง และ ชายปนกัน ส่วนนักเรียนหญิงมีแต่นักเรียนหญิงเท่านั้น หรือ “เพราะนักเรียนชายก็เป็นนักเรียน นักเรียนหญิงก็เป็นนักเรียน”

๓. ขนทำนาย

- ครู : “ถ้าเอานักเรียนหญิงในกลุ่มนักเรียนทั้งหมดออกไป” (จับตัวเด็กหญิงออกคนหนึ่งหรือ ๒ คน) “จะยังมีนักเรียนมากกว่านักเรียนหญิงหรือไม่?”
 นักเรียน : “มากกว่า”
 ครู : (ถ้าเพิ่มนักเรียนหญิงโดยจับนักเรียนหญิงที่เป็นผู้สังเกตเข้าไปรวมกับกลุ่มที่ถูกสังเกต)
 “ตอนนี้พวกไหนมากกว่า เพราะอะไร?”
 นักเรียน : “นักเรียนยังมากกว่า เพราะนักเรียนมีทั้งหญิงและทั้งชาย”
 ครู : “ในห้องนี้มีนักเรียนทั้งหมดมากกว่านักเรียนหญิง หรือนักเรียนชายอย่างเดียว?”
 (ถ้าตอบผิดก็ย้อนไปตั้งต้นใหม่)

๔. ขันควม ใช้สถานการณ์เรียนในแบบฝึกพูด ซึ่งสอนโครงสร้างของสั้งกับสัตว์
ทั้งนี้



ครู : จัดสัตว์น้ำ ๑ ชุด สัตว์เลื้อยคลาน ๒ ชุด ก็จะมี เต่า งู จิ้งจก ซ้ำกัน
๒ ชุด

ให้ผู้เรียนแบ่งประเภทเอง แล้วถามว่ามีสัตว์ มากกว่า สัตว์เลื้อยคลาน
หรือ น้อยกว่า สัตว์เลื้อยคลาน เปรียบเทียบกับกองสัตว์เลื้อยคลาน
อย่างเดียว

(ถ้าตอบได้ก็เก็บสัตว์เลื้อยคลานชุดที่ซ้ำเสีย ให้ดูเพียงกองสัตว์แล้วถาม
ซ้ำ ถ้าตอบผิดแสดงว่าเด็กยังไม่สามารถเปรียบเทียบแบบแนวตั้งได้)

ให้ครูพยายามย้ำความแตกต่างของการเปรียบเทียบแบบแนวนอน กับการเปรียบเทียบแบบแนวตั้งสัตว์กับสัตว์เลื้อยคลาน คือเปรียบเทียบกองสัตว์น้ำ กับกองสัตว์เลื้อยคลาน แล้ว
เปรียบเทียบกองสัตว์กับกองสัตว์เลื้อยคลาน

อาจจำเป็นต้องมีของซ้ำ คือเปรียบเทียบกองสัตว์น้ำ กับกองสัตว์เลื้อยคลานแล้ว
ทั้งไว้ทั้ง ๒ กอง เอาวัตถุและรูปอีกชุดหนึ่งที่เหมือนกันมาเป็นกองสัตว์ เปรียบเทียบกองสัตว์
เลื้อยคลาน ให้เด็กเห็นว่ากองสัตว์น้ำมากกว่ากองสัตว์น้ำ เมื่อเด็กเห็นถนัดแล้วก็ให้เด็กดูเฉพาะ
กองสัตว์ เก็บอย่างอื่นหมด แล้วถามว่ามีสัตว์มากกว่าหรือมีสัตว์เลื้อยคลานมากกว่า ถ้าเด็กยัง
ตอบไม่ได้ก็ให้ใช้วิธีสอนแบบฝึกพูด ซึ่งบังคับให้เด็กได้สั้งกับเป็นชั้น ๆ .

ตอนที่ ๓

เวลาที่กำหนดไว้ในการสอน ๒ ชั่วโมง

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

๑. ให้นักเรียนรู้จักเขตของพืชกินได้ (ผัก ผลไม้) และเขตของสิ่งมีชีวิต (ผัก ผลไม้ และดอกไม้)
๒. ให้นักเรียนเข้าใจถึงเขต และเขตย่อย เข้าใจว่าพืชกินได้เป็นเขตย่อยของพืช และพืชเป็นเขตย่อยของสิ่งมีชีวิต

อุปกรณ์

๑. ผลไม้ เช่น ส้ม กล้วย องุ่น ฝรั่ง สาลี่ ชมพู ฯลฯ
๒. ผัก เช่น ผักคะน้า หัวผักกาดขาว มะเขือ พริก ฯลฯ
๓. ดอกไม้ เช่น ดอกลิ้นหมี ดอกหงอนไก่ ดอกดาวกระจาย ดอกบานไม่รู้โรย ฯลฯ
๔. ของเล่นที่เป็นสัตว์ เช่น กิ้ง ู หอย ฯลฯ

ลำดับขั้นในการสอน

๑. ขั้นสังเกต

ขั้น ๑
ขั้นที่ ๑

ครู : แนะนำอุปกรณ์ทั้งหมด ให้นักเรียนแยกพืชออกเป็นกองๆ คือ กองผัก กองผลไม้ และกองดอกไม้ ถามว่า “กองนี้เรียกว่ากองอะไร?” (ชี้ไปที่กอง ๑, ๒, ๓ ตามลำดับ)

นักเรียน : “เรียกว่า กองผัก กองผลไม้ และกองดอกไม้”

ครู : สั่งให้นักเรียนเอากองผักและกองผลไม้เข้ามารวมกัน แล้วถามว่า “เมื่อเราเอากองผักและกองผลไม้เข้ามารวมกันแล้ว เราจะเรียกกองใหม่นี้ว่ากองอะไร?”

นักเรียน : (เงียบ)

ครู : “ก่องใหม่นี้ประกอบด้วยก่องอะไรกับก่องอะไร?”

นักเรียน : “ก่องผัก และก่องผลไม้”

ครู : “ผัก กินได้ไหม?”

นักเรียน : “กินได้”

ครู : “แล้วผลไม้ล่ะ กินได้ไหม?”

นักเรียน : “กินได้”

ครู : ถ้าเช่นนั้นเมื่อเอากองผักและก่องผลไม้มารวมกันจะเรียกว่าก่องอะไร
เพราะเหตุใด?

นักเรียน : “เรียกว่าก่องพืชกินได้”

ครู : สั่งให้นักเรียนเอากองดอกไม้เข้าไปรวมกับก่องพืชกินได้ แล้วถามว่า
“ก่องนี้เรียกว่าก่องอะไรได้?”

นักเรียน : (เงียบ)

ครู : “เรียกว่าก่องพืชกินได้ ได้ไหม เพราะอะไร?”

นักเรียน : ไม่ได้ เพราะดอกไม้กินไม่ได้”

ครู : “ดังนั้น ก่องทั้งหมดนี้จะมีชื่อเรียกว่าอะไรดี?”

นักเรียน : (เงียบ)

ครู : “ก่องทั้งหมดนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง?”

นักเรียน : “ประกอบด้วย ก่องผัก ก่องผลไม้ และก่องดอกไม้”

ครู : “ทั้งผัก ผลไม้ และดอกไม้ เป็นอะไร?”

นักเรียน : “เป็นพืช”

ครู : “ดังนั้นก่องทั้งหมดนี้ จะเรียกได้ว่าเป็นก่องอะไร?”

นักเรียน : “ก่องพืช”

- ครู : สั่งให้เด็กหยิบของเล่นที่เป็นสัตว์ เช่น งู กุ้ง หอย เข้าไปรวมกับ กองพืช แล้วถามว่า
“กองนี้จะเรียกชื่อว่าอะไร?”
- นักเรียน : “ไม่ทราบ”
- ครู : “เรียกกองพืชได้ไหม เพราะอะไร?”
- นักเรียน : “ไม่ได้ สัตว์ไม่ใช่พืช”
- ครู : “เรียกกองสัตว์ได้ไหม เพราะอะไร?”
- นักเรียน : “ไม่ได้ พืชไม่ใช่สัตว์”
- ครู : “สัตว์และพืชมีชีวิตไหม?”
- นักเรียน : “มีชีวิต”
- ครู : “ใครจะบอกได้บ้างว่า เมื่อครูเอาสัตว์เข้าไปรวมกับกองพืชแล้ว เรา จะเรียกชื่อว่าเป็นกองอะไร?”
- นักเรียน : “เรียกว่ากองสิ่งที่มีชีวิต”

ขั้น ๒ ขันท ๒

- ครู : บอกให้เด็กจัดกองผักไว้กองหนึ่ง และจัดกองดอกไม้ไว้กองหนึ่ง
“กองนี้ กับกองนี้ (ชี้ที่กองดอกไม้ กับกองผัก) กองไหนจะมากกว่า กัน?”
- นักเรียน : ควรจะตอบได้ โดยใช้วิธีนับเอา
- ครู : บอกให้เด็กจัดกองพืชกินได้ไว้กองหนึ่ง (ผัก + ผลไม้) และจัดกองผัก ไร้กองหนึ่ง
“กองนี้ (ชี้ที่กองพืชกินได้) กับกองนี้ (ชี้ที่กองผัก) กองไหนจะมากกว่ากัน เพราะอะไร?”
- นักเรียน : “กองพืชกินได้มีมากกว่า เพราะมีทั้งผักและผลไม้ ส่วนกองผักมีแต่ ผัก” หรือตอบว่า “กองพืชกินได้มีมากกว่า เพราะผักก็เป็นพืชกินได้”

ครู : บอกให้เด็กจัดกองพืชไว้กองหนึ่ง (ผัก + ผลไม้ + ดอกไม้) และจัดกองพืชกินได้ไว้กองหนึ่ง (ผัก + ผลไม้) “กองนี้ (ชี้ไปที่กองพืช) กับกองนี้ (ชี้ไปที่กองพืชกินได้) กองไหนจะมากกว่ากัน เพราะอะไร?”

นักเรียน : “กองพืชมีมากกว่า เพราะมีทั้งผัก ผลไม้ และดอกไม้ ส่วนกองพืชกินได้มี ผัก ผลไม้ แต่ไม่มีดอกไม้” หรือตอบว่า
“กองพืชมีมากกว่า เพราะพืชกินได้ก็เป็นพืชเหมือนกัน”

ครู : บอกให้เด็กช่วยกันจัดกองสิ่งที่มีชีวิตไว้กองหนึ่ง (ผัก + ผลไม้ + ดอกไม้ + สัตว์) และจัดกองพืชไว้กองหนึ่ง (ผัก + ผลไม้ + ดอกไม้)
“กองนี้ (ชี้ไปที่กองสิ่งมีชีวิต) กับกองนี้ (ชี้ไปที่กองพืช) กองไหนจะมากกว่ากัน เพราะอะไร?”

นักเรียน : “กองสิ่งมีชีวิตมากกว่า เพราะมีทั้งผัก ผลไม้ ดอกไม้ และสัตว์ ส่วนกองพืชมีแต่ผัก ผลไม้ ดอกไม้ แต่ไม่มีสัตว์” หรือตอบว่า
“กองสิ่งมีชีวิตมากกว่า เพราะพืชก็เป็นสิ่งที่มีชีวิต”

๒. ขนอธิบาย

ขั้น ตอนที่ ๑

ครู : จับกองผักและกองผลไม้รวมกัน
“ทำไมจึงเรียกกองนี้ว่ากองผักไม่ได้?”

นักเรียน : “เพราะมีผลไม้รวมอยู่ด้วย ผลไม้ไม่ใช่ผัก”

ครู : “ทำไมจึงเรียกว่าพืชกินได้?”

นักเรียน : “เป็นพืชเหมือนกัน กินได้เหมือนกัน”

ครู : “พืชกินได้ทั้งหมด กับผลไม้ทั้งหมดอย่างใหม่นี้มีมากกว่า เพราะอะไร?”

นักเรียน : “พืชกินได้ทั้งหมดมากกว่า เพราะมีทั้งผลไม้ ทั้งผัก”

๕
บทที่ ๒

- ครู : จับกองผัก ผลไม้ และดอกไม้ รวมกัน
“ทำไมจึงเรียกกองนี้ว่ากองดอกไม้ไม่ได้ ?”
- นักเรียน : “เพราะผักและผลไม้ไม่ใช่ดอกไม้”
- ครู : “ทำไมจึงต้องเรียกทั้งหมดนี้ว่าพืช ?”
- นักเรียน : “เพราะผักก็เป็นพืช ผลไม้ก็เป็นพืช ดอกไม้ก็เป็นพืช”
- ครู : “พืชทั้งหมดรวมกัน มีมากกว่าผักและผลไม้ไหม เพราะอะไร ?”
- นักเรียน : “มากกว่า เพราะพืชทั้งหมดมีผักและผลไม้ด้วย”

๕
บทที่ ๓

- ครู : จับกองสัตว์ ผัก ผลไม้ และดอกไม้ รวมกัน
“ทำไมจึงเรียกกองนี้ว่า กองพืชไม่ได้ ?”
- นักเรียน : “เพราะมีสัตว์เข้ามาปน สัตว์ไม่ใช่พืช”
- ครู : “ทำไมจึงเรียกกองนี้ว่ากองสิ่งมีชีวิต ?”
- นักเรียน : “เพราะพืชมีชีวิตร สัตว์ก็มีชีวิตร”
- ครู : “สิ่งมีชีวิตทั้งหมดรวมกัน มีมากกว่า ผัก ผลไม้ ดอกไม้ไหม ?”
- นักเรียน : “สิ่งมีชีวิตทั้งหมดมากกว่า เพราะสิ่งมีชีวิตรวมทั้งพืชและสัตว์ไว้ด้วยกัน”

๓. บททำนาย

- ครู : “ถ้าครูเอาสัตว์ออกจากกองสิ่งมีชีวิต แล้วจะเหลืออะไร ?”
- นักเรียน : “เหลือพืช”
- ครู : “ถ้าครูเอาดอกไม้ออกไปจากกองพืชละ จะเหลืออะไรอยู่บ้าง ?”
- นักเรียน : “เหลือพืชกินได้”
- ครู : “ทีนี้ ถ้าครูมีกองพืชกินได้อยู่กองหนึ่ง และต้องการให้กองผักเหลืออยู่ ครูจะต้องเอาอะไรออกไป”
- นักเรียน : “จะต้องเอากองผลไม้ออกไป”

๔. ขันควมคุม

เปรียบเทียบเซทของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เด็กเรียน เด็กควรจะตอบ
ได้ว่าอย่างน้อยมากกว่ากัน เช่น

เปรียบเทียบระหว่างเซทของเด็ก กับเซทของเด็กหญิง

เปรียบเทียบระหว่างเซทของสัตว์ กับเซทของสัตว์ป่า

เปรียบเทียบระหว่างเซทของรถ กับเซทของรถจักรยาน

ว ล ฯ

ภาคผนวก ๒๑

บทเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

ความมุ่งหมายในการสอน

๑. การพับกระดาษเป็นรูปต่าง ๆ เพื่อให้เด็กรู้สึกเพลิดเพลินและรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ สามารถทำของเล่นได้เองจากของราคาถูก ซึ่งเป็นการหัดให้รู้จักประหยัดไปในตัว และเป็นการฝึกให้เกิดสมาธิในการทำงาน ฝึกประสาทตาและมือให้ประสานกัน ฝึกให้มีศิลป์ในการตัดและพับกระดาษ ทั้งช่วยให้รู้จักจักรเย็บงานด้วย

๒. การร้องรำทำเพลงและการเล่นต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสนุกสนานร่วมกัน รู้จักและคุ้นกับศิลป์ ลีลา และจังหวะพริ้ว ๆ ที่ทุกคนควรรู้จัก สำหรับเป็นแนวทางให้ดูเป็นและฟังเป็น ทั้งรู้จักหย่อนอารมณ์ด้วยการเปลี่ยนอารมณ์

๓. การสวดมนต์ไหว้และกราบพระ เพื่อให้รู้จักและคุ้นเคยต่อวิธีการทางศาสนาที่จำเป็นในฐานะที่เป็นพุทธมามกะน เป็นการน้อมจิตให้แน่วแน่ศรัทธา เคารพบูชาในสิ่งที่ควรเคารพบูชา

ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

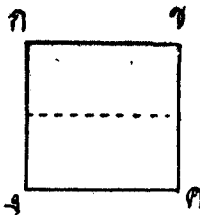
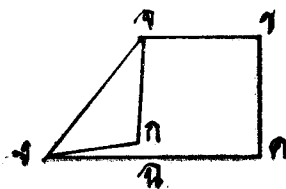
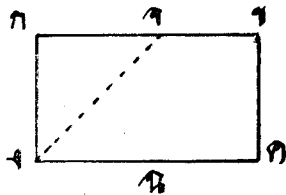
๑ ช่วงเวลา

อุปกรณ์ กระดาษ

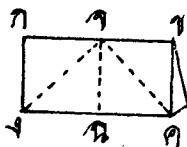
พับกระดาษรูปกระบอก ครูพับให้ดูรูปลักษณะเสียก่อน แล้วตามให้เด็กบอกประโยชน์

ประโยชน์ สำหรับใส่ของเล็กๆ น้อยๆ เช่น ขนมหั้ว กระดาษ ฯลฯ เป็นต้น

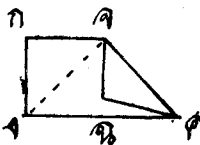
วิธีสอน ครูแนะนำและทำให้ดูเป็นตอน ๆ



①



②



③

๑. ใช้กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถ้ากระดาษที่ใช้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้พับตรงรอยประ จ. ง. ให้ด้าน ก. ง. ทับด้าน ก. ง. ตัดส่วนที่เหลือ จ. ข. ค. ฉ. ออกด้วย

ก. มีค ข. กรรไกร หรือ ค. พับกระดาษตรงจ. ฉ. กรีดด้วยเล็บให้เป็นรอยลึก ๆ แล้วฉีกออกตามรอย เมื่อฉีกกระดาษออกจะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ก. ข. ค. ง.

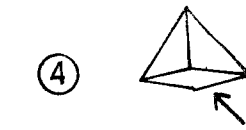
๒. พับทบตรงกึ่งกลางด้าน ก. ง. และ ข. ค. ให้ ก. ข. ทับด้าน ก. ง.

๓. แบ่งครึ่งด้าน ก. ข. พับตามเส้นประ จ. ค. ให้ จ. ข. ทับ จ. ฉ.

๔. พับตามแนวเส้นประ จ. ง. ไปทางอีกด้านหนึ่ง

ช่วงเวลา - ๑.๓๐

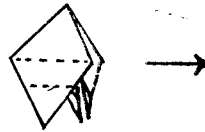
รายการสอน



④

๕. กลับรูป ๔ ตรงศรีษะให้เป็นรูป ๕

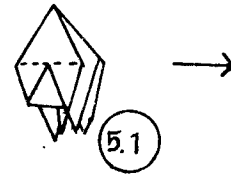
๖. พับตามรอยเส้นประเป็น ๒ ทบ ทั้งสองด้าน



⑤



⑥



⑤.1



⑤.2

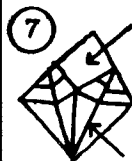


๗. แยกตรงศรีษะรูป ๕.๒ ให้เป็นรูป ๖

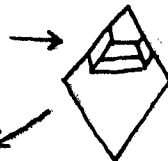
๘. พับตามเส้นประ ก. ข. และ ค. ง. ทั้งสองด้าน

๙. พับชายตรงศรีษะ ตรงรอยเส้นหนัก เหน็บปลายลงในช่องที่ศรีษะ ทำเช่นนี้ทั้งสองด้าน

๑๐. คลี่รูป ๘ ออก จะได้กระบุง



⑦



⑧



⑨

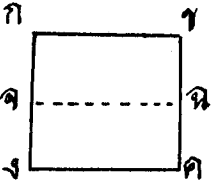
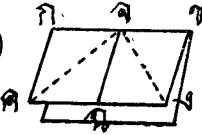
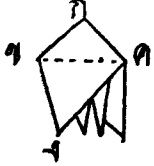
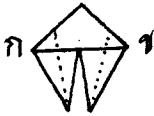
หัวหมู ประโยชน์ ใช้ประดับโต๊ะ โดยระบายสีสวยๆ หรือแขวนไว้ดู

อุปกรณ์

กระดาษสีเหลี่ยมจัตุรัสขนาดที่ต้องการ

วิธีพับ

๑. พับกระดาษตามเส้นประ จ. ฉ. ให้ ก. ข. ทับ ค. ง.

ช่วงเวลา - ๑.๓๐	รายการสอน
	①  ②  ③  ④  ⑤  ⑥  ⑦  ๒. แบ่งครึ่งค้ำ ก. ข. และ ก. ง. แล้วพับมุม ข. ตามเส้นประ จ. ให้จุด ข. ทับ จ. แล้วกลับค้ำพับตามแนว จ. ก. ให้จุด ก. ทับจุด ง. ๓. กลับรูป ๓ ตรงครึ่งให้ เป็นรูป ๔ ๔. พับตามเส้นประ ให้จุด ง. ทับจุด ก. แล้วกลับอีกค้ำหนึ่งทำเช่นเดียวกัน ๕. พับตามเส้นประทั้งสองค้ำ ให้มุม ก. ข. พบกันตรงกึ่งกลาง ๖. พับกระดาษตามครึ่งลงมา ใช้มือสอจับตรงรอยพับแยกออกจะเป็นรูปคล้ายหัวหมูอัปาก
ช่วงเวลาที่สอง	ครู นักเรียนเคยเห็นพระบ้างไหม ? ใครเคยเห็นแล้ว ? (นักเรียนคงจะยกมือขึ้นแสดงว่าเคยเห็นแล้ว) เคยเห็นที่ไหน ? เคยมาทราไหม ? พระคือใคร ? พระเป็นผู้นำศาสนาธรรมที่พระพุทธเจ้าตรัสรู้ ตรัสรู้แปลว่าอะไร ? ตรัสรู้คือการรู้ด้วยพระองค์เอง ธรรมก็คือธรรมชาติ

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

ของสิ่งทั้งปวงในโลก เมื่อพระองค์ตรัสรู้ ก็อยากให้คนอื่นได้
รู้จะได้รับแต่ความสุข ความเจริญ พระองค์จึงได้แสดงธรรม
ไว้ และพระภิกษุสงฆ์เป็นผู้เรียนรู้สืบทอด ๆ กันมา จึงเท่ากับ
เป็นผู้รักษาธรรม ธรรมย่อมรักษาผู้ประพฤติธรรม การ
ประพฤติธรรมหมายถึงการกระทำความดี ตามธรรมที่พระ-
พุทธเจ้าทรงแสดงไว้ สิ่งที่พระพุทธเจ้าทรงรู้เอง ได้แสดงไว้
ก็เพื่อให้คนอื่น ที่ต้องการแต่ความสุข และความเจริญปฏิบัติ
ศาสนาทุกศาสนามีความมุ่งหมายอย่างเดียวกัน คือต้องการ
ให้คนเป็นคนดี หลักธรรมจึงเปรียบได้กับระเบียบให้คน
ปฏิบัติ เพื่อจะได้เป็นคนดีมีแต่ความสุข

ศาสนาที่เรานับถือเรียกว่าศาสนาอะไร ?

นักเรียน ศาสนาพุทธ (ถ้าไม่ทราบ กรุณบอกให้ อาจมีเด็กบางคนนับ-
ถือศาสนาอื่นบ้าง ก็ไม่ใช่เรื่องสำคัญให้ครูแสดงความสนใจ
ในพิธีการทางศาสนาที่เขานับถือด้วย ตามถึงคำสอนและพิธี
การเพื่อนำมาเปรียบเทียบเข้ากับหลักทางพุทธ ซึ่งมีเหมือน
กับศาสนาอื่น ๆ อยู่แล้ว)

ครู ถ้านักเรียนเห็นพระ และพระพุทธรูป ควรทำอะไร ?

นักเรียน ถ้าเดินผ่านไม่มีโอกาสเข้าใกล้ก็ไหว้ ถ้ามีโอกาสเข้าไปใกล้
ซิดก็กราบ (เด็กอาจตอบไม่ได้ ครูต้องบอก)

ครู กราบพระ กราบอย่างไร ? (ให้นักเรียนลองทำให้ดู) กราบ
พ่อ แม่ กราบอย่างไร ? แตกต่างกันตรงไหน (ตรงตั้งมือ
กับคว่ำมือ) ถ้าเห็นพระกับพระพุทธรูป กราบอะไรก่อน
(ถ้าเด็กไม่ทราบ ก็อธิบายให้ฟัง) ถ้าเห็นพระกับพระพุทธรูป

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ชม.

รายการสอน

รูป กราบพระพุทธรูปก่อน แต่ถ้าอยู่ใกล้พระมากกว่าหรือ
ขณะที่เดินเข้าไป พระท่านทักทายก่อน ก็ต้องกราบพระก่อน
แล้วจึงหันไปกราบพระพุทธรูป ถ้าพระอยู่หน้าพระพุทธรูป
ก็กราบพระพุทธรูปและพระพร้อมกันก็ได้

ทำไมจึงกราบพระครั้งละ ๓ หน ไครทราบบ้าง ?

การกราบพระครั้งละ ๓ หน เป็นการเตือนให้ระลึกถึงพระ
ไตรสรณคมณ์ คือที่พึ่ง ๓ อย่าง ได้แก่พระพุทธรูป พระธรรม
พระสงฆ์ สรณะแปลว่า ที่พึ่ง ไครแปลว่า ทั้งสาม คมณ
แปลว่า การกราบ

ขณะที่เรากราบพระ ใจเราอาจนึกถึงเรื่องอื่นๆ เช่นเรื่อง
ที่บ้าน โรงเรียน การเล่นกับเพื่อนที่สนุก หนังสือ ละคร ฯ ได้
หรือไม่ ? (นักเรียนคงจะตอบว่าได้)

เพื่อให้จิตผูกพันและยึดเหนี่ยวอยู่กับพระโดยแท้จริง จึง
ต้องกราบพระแบบ “เบญจางคประดิษฐ์” นักเรียนกราบ
เป็นไหม? การกราบแบบเบญจางคประดิษฐ์ ความจริงง่าย
นิดเดียวไม่ยากเหมือนอย่างที่คุณนักเรียนคิด เพราะแค่ ๕ ขวบ
ก็กราบได้ เมื่อบอกวิธีให้ คำแปลของเบญจางคประดิษฐ์
คือ เบญจแปลว่า ห้า องค์หมายถึงองค์พระพุทธรูป ประ-
ดิษฐ์ แปลว่าทำอย่างประณีต

วิธีกราบ

พนมมือเสมอออก นิ้วทั้งห้าชิดกัน ผู้ชายนั่งท่าเทพบุตร
คือนั่งบนส้นเท้าทั้งสองที่กระหย่งปลายเท้า ผู้หญิงนั่งท่าเทพ-

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

ธิดา คือนั่งบนสนั้เท้าที่วางหลังเท้าราบไปกับพื้น “ไกรนั่งเป็นบ้างลองนั่งให้ครูดูซิ” (ให้นักเรียนลองนั่งให้ดู) แล้วทำตามครูนะ

เวลากราบ

จังหวะที่ ๑ มือขวาชิดเข้าขวาว่า “นะ”

จังหวะที่ ๒ มือขวาเลื่อนไปข้อศอกชิดเข้าขวาว่า “โม”

จังหวะที่ ๓ มือซ้ายชิดเข้าซ้ายว่า “พุท”

จังหวะที่ ๔ มือซ้ายเลื่อนไปข้อศอกชิดเข้าซ้ายว่า “ธา”

อธิบาย ให้มือซ้ายห่างจากมือขวาพอให้หน้าผากลงได้

จังหวะที่ ๕ ศีรษะลงหว่างมือหน้าผากติดพื้นว่า “ยะ”

อธิบาย นักเรียนคงเคยสังเกตเห็นว่า ผู้ใหญ่เวลากราบพระ มักใช้ผ้าเช็ดหน้าปูพื้นรองการกราบเสียก่อน ไกรตอบได้บ้างว่าทำเช่นนั้นเพื่ออะไร? (นักเรียนอาจตอบว่า กันฝุ่นที่พื้นเปื้อนหน้าผากหรือผมบัดฝุ่น)

เวลาเยขน^๕

จังหวะที่ ๑ แขนทั้งสองตั้ง พร้อมกับชักมือขวามาครึ่งหนึ่งของศอกว่า “ยะ”

จังหวะที่ ๒ มือซ้ายเลื่อนมาเสมอมือขวาว่า “ธา”

จังหวะที่ ๓ มือขวาเลื่อนกลับมาชิดเข้าขวาว่า “พุท”

จังหวะที่ ๔ มือซ้ายเลื่อนกลับมาชิดเข้าซ้ายว่า “โม”

จังหวะที่ ๕ พนมมือขึ้นเสมอกออย่างเดิมว่า “นะ”

ยกมือทั้งสองขึ้นหว่างคอกัมศีรษะลงพองาม

กราบเช่นนี้ ๓ ครั้ง

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ข.ม.

รายการสอน

นะ โม พุท ธา ยะ เป็นชื่อย่อของพระพุทธเจ้าห้าพระองค์
ใครอยากฟังเรื่องที่เล่ามาแต่โบราณเกี่ยวกับพระพุทธเจ้า ๕
พระองค์บ้าง ยกมือขึ้น

“มีกาสองตัวผิวเมื่อย อาศัยอยู่บนต้นไม้แห่งหนึ่งด้วยความ
ผาสุก กาตัวเมียไข่ออกมา ๕ ฟอง วันหนึ่งมีพายุพัดรุนแรง
มาก จึงพัดไข่ทั้ง ๕ ฟอง ไปตกคนละทิศคนละทาง

ไข่ฟองหนึ่งไปตกอยู่กับแม่ไก่ น กาโร กกุสันโธ
ฟองหนึ่งไปตกอยู่กับแม่โค โม กาโร โกนาคมโน
ฟองหนึ่งไปตกอยู่กับแม่ราชสีห์ พุท กาโร กสโก พุทโธ
ฟองหนึ่งไปตกอยู่กับแม่พญานาค ธา กาโร ศรีสากยมนี
ฟองหนึ่งไปตกอยู่กับแม่เต่า ยะ กาโร ศรีอารยเมตตรัยโย
เมื่อเติบโตขึ้นคิดถึงแม่ อยากรู้จักแม่และเที่ยวตามหา
แม่ จึงรู้ว่าแม่ไปเกิดเป็นท้าวผกาพรหม อยู่บนสรวงสวรรค์
จึงพากันไปลอยกระทงขอสมลาโทษแม่ที่แม่น้ำสัณฑ์ครใน
เหตุที่ต้องพลัดพรากจากกัน แต่ต่อมากลายเป็นลอยกระทง
ขอสมลาโทษแม่พระคงคา ที่ใช้แม่น้ำในเหตุบางอย่างที่ไม่
สมควร ขณะนี้พระพุทธเจ้าเกิดแล้ว ๔ พระองค์ ยัง
เหลือแต่พระศรีอารยเมตตรัยองค์เดียวคือองค์ที่ ๕ นะ โม
พุท ธา ยะ จึงย่อมาจากข้อความข้างต้น ซึ่งหมายถึงพระเจ้า
๕ พระองค์

นักเรียนรู้เรื่องนิยายประราปะรานแล้ว อยากกราบพระ
ให้ถูกแบบไหม ?

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

ช่วงเวลาที่ ๓

พระพุทธเจ้าองค์ที่ ๔ ไปตกอยู่กับแม่พญานาคนั้น คือ
พระพุทธเจ้าองค์ที่เรานูชาองค์ปัจจุบันนี้เอง คนที่บวชพระ
ต้องบวชนาคก่อน

(ให้นักเรียนลองซ้อมพูด นะ โม พุท ธา ยะ ยะ ธา พุท
โม นะ ให้คล่อง ให้ไปท่องเป็นการบ้านด้วย)

หัดกราบพระแบบเบญจางคประดิษฐ์นานพอสมควร แล้ว
ให้พับกระดาษรูปกระต่าย

ประโยชน์ ระบายสีประดับโต๊ะหรือวางไว้มุมใดมุมหนึ่ง
ของห้องหรือแขวนไว้ดูเล่น

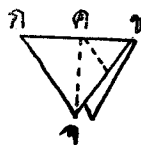
อุปกรณ์ กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัส

①



๑. พับตามแนวประทะแยงมุม ให้มุม
ก. ทับมุม ข.

②



๒. แบ่งครึ่งด้าน ก. ข. และมุม จ. ด้วย
เส้น ค. จ. พับตามเส้นประ ก. ง.
ให้ค. ข. ทับ ค. จ.

③



๓. อีกด้านหนึ่งพับเช่นเดียวกัน

④



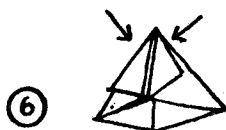
๔. แยกตรงศรชี้ให้เส้นกึ่งกลางไปอยู่
ด้านข้าง

๑ ชั่วโมง - ๑.๓๐ ชม.

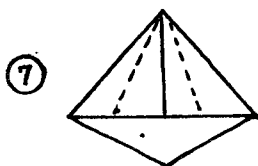
รายการสอน



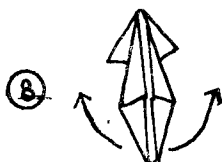
๕. พับตามเส้นประ ให้มุม ก. และ ค. พบกันที่ ข.



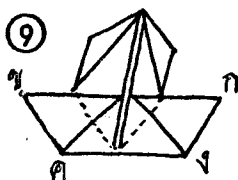
๖. พับตามเส้นประแล้วหักมุมตรงศรีษะสอดลงในช่องที่มีอยู่



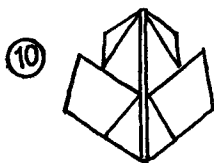
๗. กลับอีกด้านหนึ่ง แล้วพับตามเส้นประ ให้เส้น ก.ข. และ ก. ค. พบกันที่เส้นกึ่งกลาง



๘. พับตามแนวเส้นประ ให้ ก. และ ข. อยู่ในแนวเดียวกัน



๙. พับตามเส้นประ ให้ ค. และ ง. พบกันตรงเส้นกึ่งกลาง



๑๐. ค่อยๆ เป่าตรงศรีษะ รูปจะเป็นดังรูป ๑๑



๑๑. สอนให้แท้มตากับหนวด

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

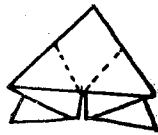
รายการสอน

ช่วงเวลา ที่ ๔

หัตถ์กราบพระแบบเบญจางคประดิษฐ์ นานพอสมควรแล้ว
ให้พับรูป
ตะกร้อ ประโยชน์ แขนงไว้ดูเล่น โยนเล่น

อุปกรณ์ กระดาษสีเหลี่ยมจัตุรัส

๕



๖



๗



๑-๔ พับเหมือนพับกระดาษ

๕. พับตามเส้นประทั้งสองด้าน

๖. พับตามเส้นประให้มุม ก. และ ข.
พบกันตรงกึ่งกลางรูป หักกระ-
ดาษตรงครึ่ง สอดลงในช่อง
ของส่วนที่พับ แล้วเป่าลมแบบ
กระดาษ

ช่วงเวลา ที่ ๕

หัตถ์กราบพระแบบเบญจางคประดิษฐ์ นานพอสมควรแล้ว
ให้พับดอกบัว

ดอกบัว ประโยชน์ ๑. แปลงเป็นที่รองถ้วยแก้ว

๒. ถ้าใช้กระดาษสีสวยๆ ทำ ใช้
วางประดับไว้บนโต๊ะได้

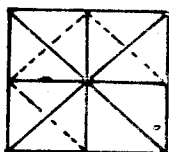
๓. เวลามีการแสดงบนเวที อาจ
ดัดแปลงเป็นหมวก โดยใช้
กระดาษย่นทำดอกบัว แล้ว
ใช้สายเชือกเย็บติดกับดอก
บัว กาคอมหรือคาง

อุปกรณ์ กระดาษสีเหลี่ยมจัตุรัส

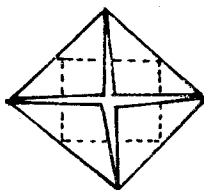
๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

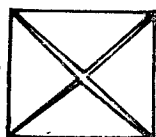
วิธีพับ ๑. พับตามเส้นประให้มุมทั้ง ๔ พบกัันที่กึ่งกลางกระดาษ



๒. พับทบอีกครั้งให้มุมทั้ง ๔ พบกัันที่กึ่งกลางกระดาษ



๓. กลับอีกด้านหนึ่ง พับมุมให้พบกัันที่กึ่งกลางกระดาษเช่นเดียวกััน



๔. ตัดกลับขึ้น



ช่วงเวลา ที่ ๒

ครู

นักเรียนเคยบอกครูว่าเคยเห็นพระพุทธรูปแล้วทุกคน

ลองบอกครูใหม่ชื่อว่าพระพุทธรูปแทนอะไร ?

บ้านใครมีพระพุทธรูปบ้าง ?

เขาใช้อะไรบูชาพระพุทธรูปบ้าง ?

ใครกล่าวคำถวายดอกไม้บูชาพระได้บ้าง ?

(ถ้าใครกล่าวได้ก็ให้พูดให้ฟัง และนำให้คนอื่นพูดตาม)

ที่ถูกต้องมีดังนี้

อภินาถกาเรน พุทธอภินุชยามิ

(ถ้าหลายคนเปลี่ยนนิ เป็น มะ)

อภินาถกาเรน ธมมอภินุชยามิ

อภินาถกาเรน สงฆอภินุชยามิ

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

อิมินา แปลว่า สิ่งนี้ สักกาเรน แปลว่า ด้วยเครื่องสักการะ คำบาลีที่มีเอนะอยู่ข้างหลังแปลว่า ด้วย พุทธ แปลว่าซึ่งพระพุทธเจ้า อภิ แปลว่า เฉพาะ ปุชยามิ แปลว่าฉันขอบูชา (ปุชยามะ แปลว่า เราทั้งหลายขอบูชา) จึงแปลทั้งหมดได้ว่า ฉันขอบูชาเฉพาะพระพุทธเจ้าด้วยเครื่องสักการะนี้ (สักการะ แปลว่า เครื่องที่นำมาแสดงความเคารพบูชา)

นักเรียนลองพูดตามครู (ครูพูดนำในบรรทัดแรกให้นักเรียนพูดตาม เห็นว่า พอคุ้นกับคำ จึงชี้ให้พูดทีละคน ครูควรชี้คนต่อไปในขณะที่คนที่กำลังพูดจบพูดจบแล้ว เพื่อให้รวดเร็วและเด็กไม่เบื่อ ต่อไปก็เปลี่ยน พุทธ เป็น ธมม์ ซึ่งแปลว่า ซึ่งความจริงที่พระพุทธเจ้าตรัสรู้ ประโยชน์ก็จะแปลเอาความได้ว่า ฉันขอบูชาเฉพาะพระธรรมเจ้าด้วยเครื่องสักการะนี้

ชี้ให้นักเรียนพูดทีละคน พอพูดได้เปลี่ยน ธมม์ เป็น สงฆ์ ซึ่งแปลว่า ซึ่งพระสงฆ์

พระสงฆ์เป็นใคร นักเรียนทราบไหม ?

(เป็นสาวกของพระพุทธเจ้าคือผู้สืบทอดพระพุทธศาสนา)

ประโยชน์ก็จะแปลว่า ฉันขอบูชาเฉพาะพระสงฆ์เจ้าด้วยเครื่องสักการะนี้

(ชี้ให้นักเรียนพูดเป็นรายบุคคล พอคุ้นกับคำแล้วให้พักกระชาย)

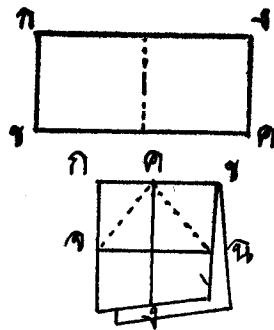
หมวดก ประโยชน์นี้ อาจเล่นได้ ถ้าทำไปโต ๆ พับให้น้องเล่นได้

๑ ชั่วโมง-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

อุปกรณ์

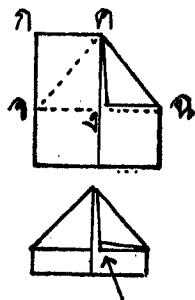
กระดาษสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ส่วนยาวเป็น ๑ เท่าครึ่งของส่วนกว้าง (หัดให้รู้จักวงง่าย ๆ คือด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัสพับครึ่ง ส่วนยาวของสี่เหลี่ยมที่ต้องการจะเท่ากับความยาวของด้านบวกกับครึ่งหนึ่งของด้าน)



๑. แบ่งครึ่งด้านยาว แล้วพับให้
ก. ข. ทับ ค. ง.

๒. จับหันตรงรอยพับขึ้น

๓. แบ่งครึ่งด้าน ก.ข. แล้วพับตาม
เส้นประให้เส้น ก.ข. ทับเส้น ค.ง.



๔. กลับกระดาษพับอีกด้านหนึ่งให้
ก.ค. ทับแนว ค.ง.

๕. พับกระดาษที่เหลือ ขึ้นทั้งสอง
ด้าน



๖. แยกตรงที่ศรชี้ของรูป ๖ ออก
จะเป็นหมวก

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

ช่วงเวลาที่ ๑

ครู

ใครยังจำคำถวายดอกไม้บูชาพระได้บ้าง ? ถ้าจำได้ลองพูดให้ครูฟังซิ

(ถ้านักเรียนตอบว่าจำไม่ได้)

ถ้าจำไม่ได้ก็แล้วไป เราลองทบทวนกันดูใหม่

(ครูพูดให้นักเรียนพูดตามที่ละวรรค แล้วชี้ให้พูดทีละคน หรือให้คนที่จำได้พูดนำให้คนอื่นพูดตาม แล้วชี้ให้พูดทีละคน นานพอสมควรให้ร้องเพลง "ช้าง")

๕
เนื้อเพลง

ช้าง ช้าง ช้าง หนูเคยเห็นช้างหรือเปล่า ช้างมันตัวโตไม่เบา จมูกมันยาวเรียกว้างวง สองข้างมันกลวงเรียกว่างา มีหูมีตาหางยาว

ช่วงเวลาที่ ๒

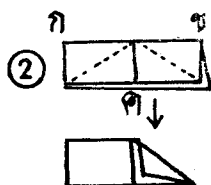
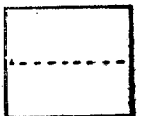
ฝึกการกล่าวคำถวายดอกไม้บูชาพระ แล้วให้พับกระดาษ

นก ประโยชน์ แขนงไว้ดูเล่น หรือตั้งไว้ที่ใด ๆ เช่นบนโต๊ะ ชั้น เป็นของประดับบ้านก็ได้

อุปกรณ์
วิธีพับ

กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัส

๑. พับทบครึ่งกลางกระดาษ

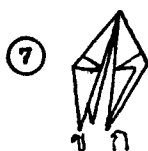
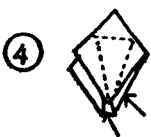


๒. พับตามเส้นประให้มุม ข. ทับมุม ค. และอีกด้านหนึ่งมุม ค. ทับมุม ค.

๓. แยกตามครีซทำรูป ๓ ให้เป็นรูป ๔

๑ ช่วงเวลา-๑๓.๐ ช.ม.

รายการสอน



๔. พับตามแนวเส้นประเพื่อตั้งมุมที่
ศรชี้ให้ขึ้นไปอยู่ข้างบน

๕. อีกข้างหนึ่งทำเช่นเดียวกัน

๖. พับตามเส้นประ ให้มุม ก. และ
มุม ข. มาพบกันตรงกลางอีก
ด้านหนึ่งก็ทำเช่นเดียวกัน

๗. พับ ก. และ ข. ขึ้น เตรียมให้
เป็นหัวและหางนก

๘. หักปลายด้านหนึ่ง ให้เป็นปาก
นก

๙. ดึงปีกออก หรือเป่าลมตรงท้อง

ช่วงเวลาที่ ๕

ทบทวนคำถวายดอกไม้บูชาพระ แล้วแบ่งเด็กออกเป็น
๒ กลุ่ม ให้เป็นกลุ่มพ่อและแม่ สอนรำประกอบเพลง
“แม่”

เพลงแม่

พ่อ แม่เอ๋ย แม่ เจ้าไปสู่ที่ไหนมา

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.

รายการสอน

ฉนั้น รัตนตรัยจะมีคำแปลว่าอะไร? แปลว่า แก้ว ๓ ประการ
แก้ว ๓ ประการหมายถึงอะไร? หมายถึง พระพุทธ พระ
ธรรม พระสงฆ์ นอกจากระลึกถึงคุณพระศรีรัตนตรัยแล้ว
ยังต้องระลึกถึงคุณ บิดา มารดา และครูบาอาจารย์ เพราะ
การรู้คุณและการตอบแทนคุณเป็นเครื่องหมายของคนดี (นิ
มิตต์ สาธูปาน)

ใครต้องการเป็นคนดีบ้าง?

ใครอยากเป็นคนดีก็ทำตามทีครูบอก เพราะความดีที่
เราทำจะเป็นเครื่องคุ้มภัยให้เราได้ ทั้งช่วยส่งให้เรามีแต่
ความสุขด้วย

ใครสวดมนต์ระลึกถึงคุณ พระพุทธ พระธรรม พระ
สงฆ์ ได้บ้าง?

(ถ้ามีคนสวดได้ให้สวดให้ฟัง)

บทสวดได้ไหม?

๑ อรหิ สมฺมา สมฺพุทฺโธ ภควา

พุทฺธํ ภควันฺตํ อภิวิทาเมมิ (กราบ)

สวากุขาโต ภควตา ธมฺโม

ธมฺมํ นมสฺสามิ (กราบ)

สุปฏิปन्नโน ภคโต สวากสงฺโฆ

สงฺฆํ นมามิ (กราบ)

ความหมายของบทสวดคือ

วรรค อรหิ หมายถึงเราไหว้พระพุทธเจ้า ผู้เป็นพระ

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.	รายการสอน
	อรหันต์ พันกิเลสทั้งปวงแล้ว วรรค สวากุขาโต หมายถึงเราให้วัพระธรรม อันเป็น คำสอนของพระพุทธเจ้า วรรค สุปฺปิโน หมายถึงเราให้วัพระสงฆ์ ผู้เป็น สาวกของพระพุทธเจ้า อภิวัต-นมัสการ-นมา แปลว่า กราบไหว้ เมื่อสวดนำให้นักเรียนสวดตามพอกันกับบทสวดแล้ว ชี้ให้สวดคนละวรรค บททวนเพลง “ข้าง”
ช่วงเวลา ที่ ๑๘	บททวนคำสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๑ และบททวนการรำ แมง
ช่วงเวลา ที่ ๑๙	บททวนคำสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๑ ให้เพลงใหม่ เพลงวัว วู้ วู้ วู้ วู้ไม่กลัวไถนา อาหารของมันคือหญ้า ไถนามันก็ไถเก่ง เก้ง เก้ง เก้ง ร้องยอแล้ววู้มันเกรง วู้รู้วู้มันหยุดเอง เพราะวู้มันเกรงคำร้องยอ ยอ
ช่วงเวลา ที่ ๒๐	บททวนบทสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๑ แล้วบททวนเพลง “วู้”

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.	รายการสอน
ช่วงเวลาที่ ๒๑	บทสวดมนต์ภาวนาก่อนนอนบทที่ ๒ น โม ตสฺส ภควโต อรหโต สมฺมา สมฺพุทฺธสฺส (๓ จบ) ก่อนสวดมนต์หรือทำพิธีอะไรมักใช้บทนี้เป็นบทนำ การล้างหน้าในตอนเช้าก็ใช้บทนี้สวดนำก่อน
ช่วงเวลาที่ ๒๒	บททวนบทสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๒ ให้เพลงใหม่ ลูกกบ ลูกกบตัวน้อย ลูกกบตัวน้อย พากันรื่นเร่ยินดี หาง มันไม่มี หางมันไม่มี ส่งเสียงกู่ร้องก้องกังวาล กูวอก วอก วอก กูวอก วอก วอก กูวอก กูวอก กูวอก กูวอก วอก วอก กูวอก วอก วอก กูวอก กูวอก กูวอก
ช่วงเวลาที่ ๒๓	บททวนบทสวดมนต์บทที่ ๒ และบททวนเพลง “ลูกกบ”
ช่วงเวลาที่ ๒๔	บททวนบทสวดมนต์บทที่ ๑ บทที่ ๒ และเพลง “ว้าว” “ลูกกบ” บทสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๓ พุทฺธํ สรณํ กัจฉามิ ธมฺมํ สรณํ กัจฉามิ สงฺฆํ สรณํ กัจฉามิ

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ชม.	รายการสอน
	ทศิยมบี พุทธ - ธมม - สงฆ์ ศติยมบี พุทธ - ธมม - สงฆ์ แปลว่า ข้าพเจ้าขอถึงพระพุทเจ้าเป็นที่พึ่ง ฯลฯ ทบทวนเพลง “วั” และ “ลูกกบ”
ช่วงเวลาที่ ๒๖	ทบทวนบทสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๓ แล้วให้เพลงใหม่ ๗ เปิด กาบ กาบ กาบ เบ็ดอาบน้ำในคลอง ตากก็จ้องแลมอง เพราะในคลองมีหอย ปู ปลา
ช่วงเวลาที่ ๒๗	ทบทวนบทสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๓ แล้วทบทวนเพลง “๗”
ช่วงเวลาที่ ๒๘	ทบทวนบทสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๓ แล้วทบทวนเพลง “ลูกกบ”
ช่วงเวลาที่ ๒๙	ทบทวนบทสวดมนต์ก่อนนอนบทที่ ๑-๒-๓ แล้วให้เพลงใหม่ ออกกำลัง ออกกำลังด้วยการร้องรำทำเพลง ให้ครั้นเครื่องเสียง เพลงบรรเลงจับใจ รำร้องกันไปไม่มีหม่นหมองทุกข์ เพราะ เราเพลินใจในการร้องรำทำเพลง

๑ ช่วงเวลา-๑.๓๐ ช.ม.	รายการสอน
ช่วงเวลาที่ ๓๐	ทบทวนเพลง “ออกกำลัง” แล้วให้เพลงร่ำวง พร้อมกับให้นักเรียนรำด้วยกัน เพลงร่ำวง งามแสงเดือนมาเยือนสองหล้า งามใบหน้ามาสู่วงรำ เรารำกันเพื่อสนุก หมคทุกซ์ให้กลายระกำ เชิญมาเล่นเพื่อน รำเพื่อสามัคคีเอย

ภาคผนวก ๒๒

การประเมินผลและข้อสังเกตจากการใช้บทเรียนในกลุ่มทดลอง

๑. บทเรียนเรื่องการรวมเข้าประเภท (สัตว์ + พืช)

บทเรียนบทนี้ยากเกินไปสำหรับเด็ก โดยเฉพาะเด็กในโรงเรียนชนบทไม่สามารถรับได้เลย ที่ว่ารับไม่ได้นั้นอยู่ในส่วนที่เด็กไม่เข้าใจในเรื่องเซทย่อยและเซต เพราะเด็กยังสับสนในเรื่องจำนวนกับเรื่องเซต ยกตัวอย่างเช่นเมื่อครูแบ่งกองภาพสัตว์เป็น ๒ กอง กองหนึ่งมีภาพ ปลา กุ้ง หอย ดังนั้นกองที่มี ๓ ภาพ อีกกองหนึ่งมีภาพปลาแบบต่าง ๆ ๕ ภาพ แล้วถามเด็กว่า สัตว์น้ำกับปลา อะไรมีจำนวนมากกว่า เด็กจะตอบว่าปลา เพราะเด็กนับดูในกองปลามี ๕ ตัว แสดงว่าเด็กไม่เข้าใจเซทย่อย = ปลา และเซต = สัตว์น้ำ อีกตัวอย่างหนึ่งจากบทเรียนท้ายสุด ครูได้ให้เด็กทั้งหมดมาเขียนรวมกันหน้าชั้น แล้วถามว่า ในกลุ่มนี้มีนักเรียนชายมากกว่าหรือนักเรียนมากกว่า เด็กจะไม่สนใจกับนักเรียนเลย แต่จะเปรียบเทียบนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงเท่านั้น บทเรียนนี้เด็กในโรงเรียนที่ ๑ ได้เบิ่ส่วนใหญ่ ส่วนโรงเรียนที่ ๒ เข้าใจครึ่งหนึ่งของนักเรียนทั้งหมด แต่ในโรงเรียนที่ ๓ เด็กรับไม่ได้เลย ยกเว้นเด็กเก่ง ๒ คนที่รับได้

๒. บทเรียนเรื่องการรวมเข้าประเภท (ฟอร์มต่าง ๆ)

๑. เด็กยังดูลักษณะสองมิติไม่เป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่โรงเรียนที่ ๓
๒. การสอนแบ่งออกเป็น ๔ กลุ่ม ผู้สอนพบว่าเด็กในกลุ่มใดที่ผ่านการฝึกเรื่อง สี รูปร่าง และการจัดแยกประเภทในชั้นเตรียมความพร้อมมาก่อนแล้ว เมื่อมาสอนให้เด็กวางรูปฟอร์มโดยพิจารณาจากลักษณะสองอย่าง เด็กจะเข้าใจได้ง่ายกว่าเด็กที่ไม่เคยผ่านการฝึกมาก่อนเลย ดังนั้นจึงต้องใช้เวลานานมากสำหรับกลุ่มที่ยังไม่เคยผ่านการฝึกมาก่อน

๓. ในบทเรียนนี้เด็กเกิดความสนุกต่อการทาย ทำให้เพิ่มการพิจารณาสิ่งที่มีลักษณะสองอย่างคือการมองทั้งสีและรูปร่าง

๔. บทเรียนนี้เด็กในโรงเรียนที่ ๓ จะดีกว่าโรงเรียนที่ ๑ และโรงเรียนที่ ๒ ในการฝึกการแยกประเภท เพราะเด็กในโรงเรียนที่ ๑ และโรงเรียนที่ ๓ สามารถจะแยกรูปทรงเรขาคณิตออกได้เป็นหลาย ๆ ประเภท โดยครูไม่ได้สอน เช่น แบ่งประเภทออกตามลักษณะของสี รูปร่าง ขนาด..... ฯลฯ

๓. บทเรียนเรื่องความคงที่ของจำนวน

บทเรียนนี้ผู้สอนประเมินว่าง่ายเกินไปสำหรับเด็ก เพราะเด็กได้ผ่านการเรียนเรื่องการนับมาแล้ว จึงปรากฏว่าเด็กเรียนได้ดีหมดทั้ง ๓ โรงเรียน

๔. บทเรียนเรื่องความคงที่ของความยาว

๑. การที่ครูทดลองให้เด็กกลานบนเสื่อพรมน้ำมัน ทำให้เกิดปัญหาเรื่องอัตราความเร็ว กับระยะทาง กล่าวคือเด็กจะไปสนใจพวกอัตราความเร็วมากกว่าจะสนใจความยาว ซึ่งถ้าเป็นไปได้ครูควรหาอุปกรณ์ใหม่ที่สามารถเคลื่อนได้เองโดยอัตโนมัติ มาใช้แทนการเดินบนพรมน้ำมัน ทั้งนี้เพื่อขจัดตัวแปรที่แทรกซ้อนคือ อัตราความเร็วออกไป ในการนี้จะได้ถึงจุดความสนใจของเด็กให้อยู่กับความยาวแต่เพียงประการเดียว

๒. เนื่องจากบทเรียนนี้สั้น (เมื่อเทียบกับบทอื่น ๆ) ดังนั้นพอสอนจบ (หมายถึงจบบทเรียนและเด็กสามารถตอบได้) จึงใช้เวลาน้อย และลักษณะของบทเรียนไม่มีการซ้ำการให้สังเกตเหมือนบทเรียนเรื่องสังเกตความคงที่ของปริมาณ ในบทเรียนเรื่องนี้ลักษณะของเรื่องมีเนื้อหาติดต่อกันจบ แล้วให้มาได้สังเกตในตอนสุดท้าย ข้อเสียในการสอนบทเรียนนี้ก็คือ ครูมักคิดว่าเด็กได้สังเกตแล้ว เพราะเด็กทุกคนตอบได้ จึงไม่ได้มีการนำมาฝึกใหม่เพื่อเป็นการย้ำ จึงทำให้ผลออกมาไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งผู้สอนคิดว่าในตอนที่เด็กแต่ละคนตอบได้นั้น อาจตอบตามเพื่อนเสียเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุนี้กระมังจึงทำให้เวลาที่เด็กทำการทดสอบหลังการทดลอง จึงได้คะแนนไม่ดีมากนัก

๕. บทเรียนเรื่องสังเกตการจัดลำดับ

ในบทเรียนเรื่องนี้ เด็กใน ๒ โรงเรียนคือ โรงเรียนที่ ๑ กับโรงเรียนที่ ๒ สนุกสนานต่อบทเรียนมาก ยกเว้นเด็กในโรงเรียนที่ ๓ ซึ่งเด็กส่วนใหญ่มีความเหนียวแน่นไม่เข้าร่วม

กิจกรรม จึงทำให้บทเรียนไม่น่าสนใจ ทั้ง ๆ ที่บทเรียนนี้สนุกสำหรับเด็กทั้ง ๒ โรงเรียนแรก คือ เรื่องงูกินหาง แต่เด็กชนบทก็เหนียมที่จะเล่น สรุปแล้วบทเรียนนี้ไม่มีปัญหาในเนื้อเรื่อง แต่มีปัญหามันในเรื่องเด็กบางคนก็ครูไม่อาจกระตุ้นให้เกิดความสนใจได้

๖. บทเรียนเรื่องภาพการเคลื่อนไหวในสมอง

ในบทเรียนนี้เด็กวางไม้บล็อกเป็นมุมจากยังไม่ค่อยได้ แต่พอฝึกไประยะหนึ่งกลุ่มที่วางได้มีมากกว่าครึ่งหนึ่งขึ้นไป มีเด็กสองสามคนที่ยังควบคุมความคงที่ของมือไม่ได้ ในโรงเรียนที่ ๓ มีเด็กประมาณ ๕-๖ คน ที่ยังบังคับความคงที่ของมือไม่ได้

๗. บทเรียนเรื่องสังกัดกับความคงที่ของปริมาณ

บทนี้เป็นบทเรียนที่ละเอียดมากและมีความยาวมาก ใช้เวลาสอนถึง ๘ ระยะ โดยแบ่งสอนเป็นกลุ่ม ๆ ละ ๕ คน ปัญหาในการสอนบทเรียนนี้มีว่า เมื่อนำเด็ก ๕ คนมาสอนแล้วถามปัญหาแต่ละคนหรือถามเหตุผลแต่ละคน เด็กมักจะตอบตามกัน ผู้สอนคิดว่าถ้าจะให้ดีควรสอนเป็นรายละเอียดส่วนตัว เพราะจะได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนตอบได้เอง หรือมีเหตุผลอย่างไร ไม่ใช่ตอบหรือคิดตามเพื่อน แต่ก็จะมีปัญหาในเรื่องเวลา เพราะขนาดสอนกลุ่มละ ๕ คน ยังใช้เวลาถึง ๘ ครั้ง

สำหรับในโรงเรียนที่ ๑ มีเด็กบางคนเก่งมาก จึงเกิดความรำคาญในบทเรียนบทนี้ เพราะมีคำถามถามซ้ำ ๆ จนผู้สอนเองบางครั้งก็รู้สึกไม่สบายใจต่อคำถามนั้น การที่เด็กรำคาญทำให้เด็กไม่ตั้งใจเรียน และตอบคำถามเดิมโดยไม่คิด อีกประการหนึ่งสำหรับผู้สอน รู้สึกว่าบทนี้มีอุปสรรคมากเกินไป ในการสอนภายในห้องเรียนปกติจะทำให้ห้องเรียนเลอะเทอะและสกปรก

๘. บทเรียนเรื่องสังกัดกับความคงที่ของน้ำหนัก

บทนี้เด็กเรียนด้วยความสนุกสนาน แม้แต่เด็กในโรงเรียนที่ ๓ ซึ่งมีความลำบากในการเรียนบทเรียนอื่น ๆ มาแล้ว เนื้อหาของเรื่องกำลังเหมาะสมไม่ยาวและไม่สั้นเกินไป อุปสรรคการสอนคือ เด็กสนุกต่อการเล่นเรียวโยกมาก ชอบการหาบ บางคนเล่นเป็นแม่ค้าไปเลย มีเด็กโรงเรียนที่ ๓ สี่ห้าคนที่มีความลำบากในการเข้าใจคำว่า “น้ำหนัก” เพราะเป็นคำที่ใช้ทาง

นามธรรม แต่ก็แก้ไขให้แก่วัยรุ่นน้ำหนักรุ่นใหม่ หรือให้ลงเรือโยกเพื่อสังเกตดูน้ำหนักตนเอง แต่ข้อเสียพอเด็กลงเรือโยกก็มักจะเล่นไปโดยไม่ค่อยคิด หรือพยายามเข้าใจในเรื่องน้ำหนัก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูต้องการสอนให้เด็กเข้าใจ

สรุปสุดท้าย

- ข้อเสีย ๑. เมื่อผู้สอนถามความถนัดและเหตุผล ส่วนใหญ่เด็กมักตอบตามเพื่อน
๒. ครูนำเด็กมากกว่าที่ควร ตามหลักครูควรปล่อยให้เด็กกระทำทุกอย่างเอง แต่จากประสบการณ์นี้เคยให้ทดลองทำเองเด็กทำไม่ได้ ตอบไม่ได้ ก็เลยเฉยไป ทำให้เกิดความซังกะในบทเรียน และเสียเวลามากจนในที่สุดครูก็ต้องนำเด็กต่อไป แท้จริงแล้ว ‘การนำ’ ไม่ใช่จุดประสงค์ของผู้สร้างบทเรียน อีกประการหนึ่งถ้าปล่อยเด็กตามสบายก็จะไม่สำเร็จตามเวลาที่กำหนดไว้ กล่าวคือครูผู้ทดลองสอนก็ถูกควบคุมโดยเวลาที่กำหนดไว้ในการสอนให้เสร็จในเวลาที่กำหนดไว้
๓. ไม่มีโต๊ะที่จะวางอุปกรณ์ได้เหมาะสม เนื่องจากสถานที่คับแคบ เช่น ที่โรงเรียนที่ ๑ เป็นต้น และในตอนท้าย ห้องเรียนก็แทบจะไม่มีที่สอน จึงย้ายมาสอนห้องพยาบาลซึ่งเล็กมาก ไม่มีโต๊ะนั่ง เด็กและครูต้องนั่งกับพื้น

โดยส่วนรวมแล้ว บทเรียนส่วนใหญ่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปใช้ได้และช่วยให้เด็กเกิดความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์พอสมควร แต่การนำไปใช้ได้ดียังขึ้นขึ้นอย่างมากกับเวลาที่ใช้ในการสอน ตลอดจนความสะดวกและเนื้อที่ในห้องเรียนด้วย.

ภาคผนวก ๒๓

การประเมินผลทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอนในกลุ่มทดลอง

โรงเรียนที่ ๑

๑. เกี่ยวกับตัวเด็ก

ก) ด้านการเรียน

เด็กส่วนใหญ่ (ยกเว้น ๒-๓ คน) เป็นเด็กที่ว่องไว มีความสนใจในกิจกรรมเป็นอย่างดี แต่เปลี่ยนความสนใจเร็วมาก ดังนั้นเมื่อนำกิจกรรมนอกบทเรียนไปให้ทำ จึงต้องจัดหากิจกรรมมากแบบ หรือกิจกรรมอย่างเดียวกัน แต่เปลี่ยนรายละเอียด ทั้งนี้เพื่อสนองความต้องการของเด็ก

ข) ด้านมารยาท

ส่วนใหญ่ไม่เรียบร้อย วุ่นวายตลอดชั่วโมง เด็กมักจะลุกนั่งไม่เป็นที่ ชาติระเบียบ การทะเลาะกัน ตีกัน มีอยู่ตลอดเวลา แต่เป็นเด็กมีน้ำใจ คอยช่วยเหลือครูเสมอ

ค) ด้านบุคลิกภาพ

เป็นเด็กที่มีความกล้า คือกล้าถาม กล้าตอบ ค่อนข้างซุกซน

๒. เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางโรงเรียน

ก) สถานที่ตั้งของโรงเรียน บริเวณของโรงเรียนคับแคบมากไม่สอดคล้องกับจำนวนนักเรียนซึ่งมีมากมาย นอกจากนั้นโรงเรียนยังปล่อยให้ชาวบ้านเข้าไปขายของอย่างเสรี แลดูวุ่นวาย จอแจ

ข) ห้องเรียนคับแคบมาก การระบายอากาศและแสงสว่างไม่ดีเลย

ค) ห้องเรียนอยู่ติดกับกลุ่มควบคุมมากเกินไป เด็กกลุ่มควบคุมมักมาแอบดูกลุ่มทดลองเสมอ ทำให้เวลาสอนต้องปิดห้อง ยิ่งทำให้ห้องอึดอัดมากยิ่งขึ้น

ง) อุปกรณ์ภายในห้องเรียน เช่น โต๊ะ เก้าอี้ วางติดกันไปหมด จนทำให้ทางเดินระหว่างแถวแคบมากจนแทบจะไม่มีทางเดิน ก่อให้เกิดความยากลำบากในการจัดกลุ่มที่จะให้นักเรียนแยกกันทำกิจกรรม

๓. ด้านผู้บริหารโรงเรียน

ผู้บริหารโรงเรียนคือ ครูใหญ่ และผู้ช่วยครูใหญ่ ต่างก็ให้ความร่วมมือและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นในด้านการบริการ หรือในด้านการช่วยติดตามให้เด็กมาเรียนโดยสม่ำเสมอ

๔. ครูประจำชั้น

ครูประจำชั้น หมายถึงครูที่สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ทุกห้อง ซึ่งมีส่วนอย่างมากในการที่จะช่วยโน้มน้าวเด็กให้มาเรียน ปรากฏว่าครูประจำชั้นบางท่านยังไม่ค่อยมีความเข้าใจว่า การทดลองสอนสังกัดมีความสำคัญอย่างไร จึงให้ความร่วมมือไม่เต็มที่นัก

๕. ด้านผู้ทดลองสอน

ผู้สอนเหนื่อยและเครียดมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุใหญ่ ๆ คือ

๑. การเดินทาง การจราจรติดขัดมากกว่าจะไปถึงโรงเรียน
๒. ช่วงเวลาที่สอนเป็นเวลายาว จึงทำให้บรรยากาศของห้องซึ่งเดิมก็อึดและร้อนอบอ้าวอยู่แล้ว เพิ่มความอบอ้าวมากยิ่งขึ้น

๓. เด็กนักเรียนชนมาก ทะเลาะและตีกันบ่อย ๆ จึงเป็นภาระที่ผู้สอนต้องคอยแก้ยุ่งตลอดเวลาที่ทำการสอน

๔. การแบ่งเด็กออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ถึง ๔-๕ กลุ่ม แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ไม่เหมือนกัน ปรากฏว่าเด็กนักเรียนของโรงเรียนส่วนใหญ่ชอบแสดงออกมาก เปลี่ยนกิจกรรมรวดเร็ว ผู้สอนต้องคอยตอบสนองความต้องการของเด็กทุกกลุ่มอย่างทั่วถึงกัน

๖. ด้านผู้ปกครอง

ผู้ปกครองบางท่านไม่เห็นความสำคัญของการทดลองสอนสังกัด จึงมักไม่ค่อยอนุญาตเด็กให้มาเรียน เพราะจะทำให้เสียเวลา เนื่องจากช่วงเวลาที่ใช้สอนสังกัดเป็นช่วงเวลาหลังจากที่เด็กเลิกเรียนในโรงเรียนแล้ว ซึ่งเป็นเวลาที่เด็กควรจะได้กลับบ้าน จึงมักปรากฏเสมอว่าเด็ก

มาเรียนไม่ค่อยสม่ำเสมอ บางคนหยุดเรียนเป็นเวลานาน ๆ ถึงแม้จะเขียนจดหมายขอร้องไปยังผู้ปกครอง แต่ก็ยังไม่ค่อยจะได้รับความร่วมมือที่ดี อย่างไรก็ตามก็คิดว่าผู้ปกครองส่วนใหญ่ได้ให้ความร่วมมือในการสอนสัปดาห์เป็นอย่างดี

๗. อื่น ๆ

เนื่องจากโรงเรียนที่ ๑ แบ่งการสอนออกเป็น ๒ รอบ คือรอบเช้า และรอบบ่าย สำหรับเด็กที่นำมาสอนสัปดาห์นั้นเป็นเด็กที่เรียนอยู่รอบเช้า ซึ่งต้องใช้เวลาช่วงบ่ายในการสอน การสอนเริ่มตั้งแต่ ๑๒.๓๐-๑๔.๐๐ น. นับว่าเป็นช่วงเวลาที่ไมเหมาะสมนัก ทั้งนี้เพราะ

๑. เด็กส่วนใหญ่เพิ่งรับประทานอาหารกลางวันเสร็จมาใหม่ ๆ บางคนก็กำลังรับประทานอาหารกลางวัน และก็มีเด็กนักเรียนบางคนเข้ามาเรียนโดยยังไม่ได้รับประทานอะไรเลย ซึ่งบางครั้งผู้สอนไม่ทราบ แต่ถ้าทราบก็จะพาไปรับประทานเสียก่อนเรียน

๒. อากาศร้อน อึดอัด เป็นผลให้ผู้สอนและเด็กเหนื่อยง่าย

๓. ช่วงเวลาการสอนทำให้เด็กเหนื่อยมากเกินไป เพราะเด็กเรียนติดต่อกันมาหลายชั่วโมงในตอนเช้าแล้วยังต้องเรียนเพิ่มในตอนบ่ายอีก

โรงเรียนที่ ๒

๑. เกี่ยวกับตัวเด็ก

ก) ด้านการเรียน

ส่วนใหญ่เด็กสนใจในบทเรียนดี กิจกรรมต่าง ๆ นอกบทเรียนที่นำไปประกอบการสอนนั้นเด็กส่วนใหญ่สนใจดี ไม่เบื่อหน่าย ในเวลาสอนมีเด็ก ๔ คน ที่ตั้งใจมากเป็นพิเศษ (ทั้ง ๔ คนนี้จัดอยู่ระดับเดียวกับกลุ่มโรงเรียนที่ ๑) นอกนั้นตั้งใจปานกลาง อีก ๔ คนสนใจน้อยมาก มักแอบหนีไปวิ่งเล่นนอกห้อง

ข) ด้านมารยาท

เด็กผู้หญิงทั้งหมดเป็นเด็กน่ารัก มารยาทดี เด็กผู้ชายมีเรียบร้อยบ้าง แต่อีก ๒-๓ คน ชุกชุนมาก วุ่นวายตลอดชั่วโมง อย่างไรก็ตามก็ทั้งเด็กผู้หญิงและเด็กผู้ชายต่างก็เป็นเด็กที่มีจิตใจเอื้อเฟื้อ คอยช่วยเหลือครูเท่าที่จะพอทำได้

ก) คำนวณคลิกภาพ

เด็กส่วนใหญ่เป็นเด็กเรียบร้อย ไม่ค่อยจะกล้าถามหรือกล้าตอบ ไม่ช่างพูด ขี้อาย แต่ก็มีอยู่บ้างที่ค่อนข้างจะซุกซน กล้าซักถามครู

๒. เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางโรงเรียน

ก) สถานที่ตั้งของโรงเรียน

บริเวณกว้างขวาง และสะอาดตาพอสมควร มีต้นไม้ร่มรื่นปลูกอยู่อย่างเป็นระเบียบไม่มีสิ่งอื่น ๆ ที่จะมาทำให้โรงเรียนดูจอแจ หรือวุ่นวาย

ข) ห้องเรียน ห้องเรียนกว้างขวางพอเหมาะพอดีกับจำนวนเด็ก การถ่ายเทอากาศดี แสงสว่างส่องได้ทั่วถึง มีพัดลมประจำห้องเรียนที่สอนด้วย

ค) ห้องเรียนอยู่ติดกับกลุ่มควบคุม จึงต้องปิดประตูมิดชิดระหว่างที่ทำการสอน เพราะเกรงว่ากลุ่มควบคุมจะมาแอบดู แต่ถึงแม้จะปิดประตูมิดชิดก็ไม่ทำให้ร้อนและอึดอัดมากนัก เมื่อเทียบกับโรงเรียนที่ ๑ ทั้งนี้ก็เพราะว่า

- ห้องเรียนกว้างขวางพอสมควร
- มีหน้าต่างมาก แสงสว่างส่องเข้ามาได้ทั้งห้อง
- เป็นช่วงเวลาตอนเช้าซึ่งอากาศกำลังสดชื่น
- มีพัดลมช่วยตลอดเวลา

ง) อุปกรณ์ภายในห้องเรียน เช่น โต๊ะ เก้าอี้ จัดวางไว้อย่างพอเหมาะพอดี ไม่แน่นจนเกินไป มีช่องเดินระหว่างแถวกว้างพอควร จึงสะดวกสบายต่อการที่จะจัดโต๊ะออกเป็นหมู่ ๆ แยกจากกัน ทำให้การสอนซึ่งต้องแบ่งเด็กออกเป็นกลุ่ม ๆ ประมาณ ๔-๕ กลุ่ม แลดูไม่วุ่นวาย ครูผู้สอนก็สามารถเดินดูเด็กทุกกลุ่มได้สะดวก

๓. ด้านผู้บริหาร

ครูใหญ่และผู้ช่วยครูใหญ่ต่างก็ให้ความร่วมมือในการทดลองสอนครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง ในทุก ๆ ด้าน กอปรให้ความเอาใจใส่และบริการความสะดวกสบายอยู่ตลอดเวลา

๔. ครูประจำชั้น

ครูประจำชั้นประถมปีที่ ๑ ของเด็กซึ่งเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง ต่างก็ให้ความร่วมมืออย่างดีในการช่วยนำเด็กมาเรียนโดยสม่ำเสมอ

๕. ด้านผู้ปกครอง

ไม่ทราบแน่ชัดว่าผู้ปกครองให้ความร่วมมือในการสอนหรือไม่ เพราะช่วงเวลาที่ทำการสอนเป็นเวลาเช้า คือเริ่มตั้งแต่ ๙.๐๐-๑๐.๓๐ น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เด็กต้องเรียนตามปกติอยู่แล้ว จึงไม่ใช่ว่าปัญหาที่ผู้ปกครองจะไม่อนุญาตให้เด็กมาเรียนหรือไม่เรียนได้

๖. ด้านผู้สอน

ผู้สอนไม่เหน็ดเหนื่อยมากนักเมื่อเทียบกับการไปสอนโรงเรียนที่ ๑ ทั้งนี้เพราะ

ก) การเดินทาง ถึงแม้การจราจรจะติดขัดมาก แต่เนื่องจากเป็นเวลาเช้าจึงไม่ทำให้เครียดมากนัก

ข) ห้องเรียนกว้างขวางพอควร อากาศถ่ายเทได้ดี แสงสว่างพอเหมาะ มีพัดลมช่วยลดเวลา

ค) ถึงแม้จะแบ่งเด็กออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ถึง ๔-๕ กลุ่ม โดยที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมไม่เหมือนกัน (บางครั้งก็คล้าย ๆ กัน) แต่ผู้สอนไม่เหน็ดเหนื่อยมากนักในการที่ต้องคอยเปลี่ยนกิจกรรมของแต่ละกลุ่มบ่อย ๆ ทั้งนี้เพราะเด็กสนใจกิจกรรมแต่ละอย่างนานมาก

ง) เด็กส่วนใหญ่เรียบร้อย ตั้งใจเรียน ห้องเรียนจึงแลดูไม่วุ่นวาย เป็นการช่วยลดภาระของผู้สอนไปได้อย่างมาก

จ) เนื่องจากบริเวณโรงเรียนมีความร่มรื่น ไม่จอแจวุ่นวาย ประกอบกับเป็นช่วงเวลาเช้าซึ่งอากาศยังไม่ร้อนมากนัก ดังนั้นในการสอนบทเรียนบางบท ครูจึงสามารถนำเด็กมาสอนนอกห้องเรียนได้ เป็นการช่วยเปลี่ยนบรรยากาศของการเรียนการสอนไม่ให้จำเจอยู่ภายในชั้นเรียนด้วย.

โรงเรียนที่ ๓

๑. เกี่ยวกับตัวเด็ก

ก. ด้านการเรียนรู้

มีเด็กที่อยู่ในเกณฑ์เรียนดีประมาณ ๕ คนเท่านั้น นอกนั้นยังเรียนอยู่ในระดับที่อ่อนมาก สนใจการเรียนรู้แต่ไม่ค่อยเข้าร่วมกิจกรรม เด็กส่วนใหญ่เป็นเด็กรับจ้างเฉย ๆ มีเด็ก ๑ คนมีลักษณะเป็นเด็กปัญญาอ่อน คือเมื่อครูถามจะมีอาการเกร็ง ไม่ยอมตอบ ในที่สุดก็ร้องไห้เรียนไม่ดี และถึงแม้ว่าจะพูดก็พูดไม่เป็นประโยค จับใจความไม่ได้เลย ไม่รับรู้กับสิ่งที่ครูสอน เด็กอีก ๑ คน เกเรมาก ทำให้ห้องเรียนเสียระเบียบไปหมด ก่อกวนชีวิตฆางการเรียนของเพื่อน อยู่ตลอดเวลา เด็กอีก ๒-๓ คน มาเรียนไม่ค่อยสม่ำเสมอ มักจะขาดเรียนเป็นประจำ

ข. ด้านมารยาท

เมื่อเทียบกับโรงเรียนที่ ๒ แล้ว เด็กโรงเรียนนี้จะด้อยกว่าในเรื่องมารยาท แต่ส่วนใหญ่ก็ค่อนข้างเรียบร้อย ช่วยเหลือครู มีอยู่เพียง ๑ คนเท่านั้นที่ซุกซนมากเกินไป

ค. ด้านบุคลิกภาพ

ส่วนใหญ่เป็นเด็กเก็บตัว คือไม่ค่อยพูด ซื่อมาก ไม่ยอมเข้าร่วมในกิจกรรมใดๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน ๓-๔ ชั่วโมงแรกที่เข้าไปสอน เด็กจะไม่ยอมพูดเลย แม้แต่เด็กที่เรียนเก่งก็ยังซื่อ ไม่กล้าซักกล้าถาม

๒. เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางโรงเรียน

ก. สภาพที่ตั้งของโรงเรียน

บริเวณโรงเรียนกว้างขวาง อากาศดี เพราะตั้งอยู่ติดกับท้องนา ไม่จอแจวุ่นวาย เป็นเอกเทศ มีสนามกว้างเหมาะสำหรับเด็กจะวิ่งเล่นได้สะดวก

ข. ห้องเรียน

ห้องเรียนกว้างขวางเหมาะสมกับจำนวนเด็ก แสงสว่างดี การถ่ายเทอากาศดีมาก ห้องเรียนสะอาดมาก

ค. ห้องเรียนอยู่ติดกับกลุ่มควบคุม จึงต้องปิดประตูมกตลอดเวลาที่ทำการสอน เพื่อป้องกันไม่ให้เด็กกลุ่มควบคุมมาแบบดูวิธีการสอน แต่ถึงแม้จะปิดประตูก็ไม่ทำให้อึดอัด ทั้งนี้เพราะ

- ห้องเรียนกว้างขวาง
- มีหน้าต่างมาก แสงสว่างส่องเข้ามาได้ทั่วห้อง
- เป็นช่วงเวลาเช้าซึ่งอากาศกำลังสดชื่น
- อยู่ติดกับคลอง และท้องนา ซึ่งอากาศมีการถ่ายเทที่ดีมาก

สรุปได้ว่า สภาพของห้องเรียนดีมาก และดีกว่าสภาพห้องเรียนของโรงเรียนที่ ๒ เล็กน้อย

ง. อุปกรณ์ภายในห้องเรียน เหมือนโรงเรียนที่ ๒

๓. ด้านผู้บริหารโรงเรียน

ให้ความร่วมมือทุกอย่างอย่างดียิ่ง

๔. ด้านครูประจำชั้น

ครูประจำชั้นมีความศรัทธาต่อโครงการนี้มาก จึงให้ความร่วมมือในทุก ๆ ด้านเป็นอย่างดีและเป็นผู้ที่มีมนุษยสัมพันธ์สูง

๕. ด้านผู้ทดลองการสอน

โดยทั่วไป ผู้ทดลองสอนไม่ค่อยสนุกในการสอนเท่าที่ควร เพราะว่า

ก. การเดินทาง แม้ว่าอากาศจะสดชื่นมาก และการจราจรไม่ค่อยติดขัด แต่ระยะทางที่จะไปไกลมาก จนทำให้ผู้สอนเมื่อยล้ามาก

ข. เด็กไม่ว่องไวเลย ไม่ยอมเข้าร่วมกิจกรรมเท่าที่ควร จึงดูเหมือนว่าครูทำกิจกรรมอยู่คนเดียว ดังนั้นจึงเกิดการเบื่อหน่ายในการสอน บางครั้งพบปัญหาที่เด็กไม่ยอมพูดเลย ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนมาก เพราะบทเรียนเน้นทางด้านการคิด และการให้เหตุผล ซึ่งต้องอาศัยการกล้าพูด กล้าซักกล้าถาม

สรุป ถึงแม้ว่าบรรยากาศของห้องจะดีมาก แต่การสอนก็ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุทั้ง ๒ ข้อตามที่กล่าวมาแล้ว

๖. อื่น ๆ

โรงเรียนนี้อยู่ในบริเวณวัด ดังนั้นเมื่อวัดมีกิจกรรมอะไร เด็กจะต้องไปร่วมในกิจกรรมนั้นด้วยเป็นประจำ จึงทำให้ขาดเรียนบ่อย ๆ และผู้สอนก็ต้องขออนุญาตให้เด็กไป เพราะไม่มีประโยชน์อันใดที่จะเก็บเด็กเอาไว้เนื่องจากเด็กจะไม่สนใจในบทเรียนเลย

โรงเรียนที่ ๓

๑. เกี่ยวกับตัวเด็ก

ก. ด้านการเรียนรู้

มีเด็กที่อยู่ในเกณฑ์เรียนดีประมาณ ๕ คนเท่านั้น นอกนั้นยังเรียนอยู่ในระดับที่อ่อนมาก สนใจการเรียนรู้แต่ไม่ค่อยเข้าร่วมกิจกรรม เด็กส่วนใหญ่เป็นเด็กรับฟังเฉย ๆ มีเด็ก ๑ คนมีลักษณะเป็นเด็กปัญญาอ่อน คือเมื่อครูถามจะมีอาการเกร็ง ไม่ยอมตอบ ในที่สุดก็ร้องไห้เรียนไม่ตี และถึงแม้ว่าจะพูดก็พูดไม่เป็นประโยค จับใจความไม่ได้เลย ไม่รับรู้กับสิ่งที่ครูสอน เด็กอีก ๑ คน เกเรมาก ทำให้ห้องเรียนเสียระเบียบไปหมด ก่อกวนขัดขวางการเรียนของเพื่อน อยู่ตลอดเวลา เด็กอีก ๒-๓ คน มาเรียนไม่ค่อยสม่ำเสมอ มักจะขาดเรียนเป็นประจำ

ข. ด้านมารยาท

เมื่อเทียบกับโรงเรียนที่ ๒ แล้ว เด็กโรงเรียนนี้จะด้อยกว่าในเรื่องมารยาท แต่ส่วนใหญ่ก็ค่อนข้างเรียบร้อย ช่วยเหลือครู มีอยู่เพียง ๑ คนเท่านั้นที่ซุกซนมากเกินไป

ค. ด้านบุคลิกภาพ

ส่วนใหญ่เป็นเด็กเก็บตัว คือไม่ค่อยพูด ซื่อมาก ไม่ยอมเข้าร่วมในกิจกรรมใดๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน ๓-๔ ชั่วโมงแรกที่เข้าไปสอน เด็กจะไม่ยอมพูดเลย แม้แต่เด็กที่เรียนเก่งก็ยังซื่อ ไม่กล้าซักถาม

๒. เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางโรงเรียน

ก. สภาพที่ตั้งของโรงเรียน

บริเวณโรงเรียนกว้างขวาง อากาศดี เพราะตั้งอยู่ติดกับท้องนา ไม่จอแจวุ่นวาย เป็นเอกเทศ มีสนามกว้างเหมาะสำหรับเด็กจะวิ่งเล่นได้สะดวก

ข. ห้องเรียน

ห้องเรียนกว้างขวางเหมาะสมกับจำนวนเด็ก แสงสว่างดี การถ่ายเทอากาศดีมาก ห้องเรียนสะอาดมาก

ค. ห้องเรียนอยู่ติดกับกลุ่มควบคุม จึงต้องปิดประตูมทตลอดเวลาที่ทำการสอน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกลุ่มควบคุมมาแบบดูวิธีการสอน แต่ถึงแม้จะปิดประตูก็ไม่ทำให้อึดอัด ทั้งนี้เพราะ

- ห้องเรียนกว้างขวาง
- มีหน้าต่างมาก แสงสว่างส่องเข้ามาได้ทั่วห้อง
- เป็นช่วงเวลาเช้าซึ่งอากาศกำลังสดชื่น
- อยู่ติดกับคลอง และท้องนา ซึ่งอากาศมีการถ่ายเทที่ดีมาก

สรุปได้ว่า สภาพของห้องเรียนดีมาก และดีกว่าสภาพห้องเรียนของโรงเรียนที่ ๒ เล็กน้อย

ง. อุปกรณ์ภายในห้องเรียน เหมือนโรงเรียนที่ ๒

๓. ด้านผู้บริหารโรงเรียน

ให้ความร่วมมือทุกอย่างอย่างดียิ่ง

๔. ด้านครูประจำชั้น

ครูประจำชั้นมีความศรัทธาต่อโครงการนี้มาก จึงให้ความร่วมมือในทุก ๆ ด้านเป็นอย่างดีและเป็นผู้ที่มีมนุษยสัมพันธ์สูง

๕. ด้านผู้ทดลองการสอน

โดยทั่วไป ผู้ทดลองสอนไม่ค่อยสนุกในการสอนเท่าที่ควร เพราะว่า

ก. การเดินทาง แม้ว่าอากาศจะสดชื่นมาก และการจราจรไม่ค่อยติดขัด แต่ระยะทางที่จะไปไกลมาก จนทำให้ผู้สอนเมื่อยล้ามาก

ข. เด็กไม่ว่องไวเลย ไม่ยอมเข้าร่วมกิจกรรมเท่าที่ควร จึงดูเหมือนว่าครูทำกิจกรรมอยู่คนเดียว ดังนั้นจึงเกิดการเบื่อหน่ายในการสอน บางครั้งพบปัญหาที่เด็กไม่ยอมพูดเลย ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนมาก เพราะบทเรียนเน้นทางด้านการคิด และการให้เหตุผล ซึ่งต้องอาศัยการกล้าพูด กล้าซักกล้าถาม

สรุป ถึงแม้ว่าบรรยากาศของห้องจะดีมาก แต่การสอนก็ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุทั้ง ๒ ข้อตามที่กล่าวมาแล้ว

๖. อื่น ๆ

โรงเรียนนี้อยู่ในบริเวณวัด ดังนั้นเมื่อวัดมีกิจกรรมอะไร เด็กจะต้องไปร่วมในกิจกรรมนั้นด้วยเป็นประจำ จึงทำให้ขาดเรียนบ่อย ๆ และผู้สอนก็ต้องยอมอนุญาตให้เด็กไป เพราะไม่มีประโยชน์อันใดที่จะเก็บเด็กเอาไว้เนื่องจากเด็กจะไม่สนใจในบทเรียนเลย

ภาคผนวก ๒๔

การประเมินผลและข้อสังเกตจากการใช้บทเรียนในกลุ่มควบคุม

๑. การพับกระดาษเป็นรูปต่างๆ

โรงเรียนที่ ๑	โรงเรียนที่ ๒	โรงเรียนที่ ๓
เด็กบางคนมีประสบการณ์มาบ้างแต่ในรูปอื่นที่ไปใช้เนื้อหาวิชาที่นำไปสอนเด็กสนใจแต่ในตอนแรกที่สอน	เด็กไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน และมีความสนใจ	เด็กไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อนที่คิดว่าพับอย่างอื่นเป็นครั้งแรกทำให้ดูก็ทำไม่ได้เด็กจึงสนใจ

๒. การร้องรำทำเพลง

โรงเรียนที่ ๑	โรงเรียนที่ ๒	โรงเรียนที่ ๓
เด็กส่วนมากร้องเพลงและทำท่าทาง ประกอบได้เก่งอยู่แล้ว เพราะมีครูพิเศษสอน เมื่อสอนเพลงที่ไม่เคยร้อง ก็จำเร็วและทำได้ดี สนใจเรื่องนี้มาก	เหมือนกับโรงเรียนที่ ๓ แต่ความสนใจมีมากกว่า และทำตามอย่างมีระเบียบ	เพลงที่นำไปสอนเด็กร้องเพลง “ช้าง” ได้ก่อนแล้ว แต่ไม่เคยทำท่าทางอย่างไร ส่วนเพลงอื่นๆ ที่นำไปสอนเด็กยังไม่เคยร้องมาก่อน เด็กสนใจแต่ทำได้ไม่ทันัก

๓. การสวดมนต์ และกราบพระ

โรงเรียนที่ ๑	โรงเรียนที่ ๒	โรงเรียนที่ ๓
ชอบสวดอะอะ ไม่มีระเบียบ การกราบก็กราบได้ไม่ตื่นกแต่ จดจำนิยายที่เล่าให้ฟังได้ดีรวม ทั้งท่องนะโมพุท ยะธาพุทโมนะ ได้คล่องหลายคน	เด็กมีความสนใจและพยายามทำ อย่างดีและมีความจดจำดี	เด็กมีความรู้ในเรื่องสวดมนต์ กราบพระเพียงเล็กน้อยแต่ก็ไม่ สนใจลึกซึ้งนัก ให้ทำก็ทำเพียง ให้เสร็จไปวัน ๆ แต่ก็นับว่ายังดี กว่าไม่สอนให้รู้จักเสียเลย วันนี้ ทำได้ พอวันต่อไปต้องบอก กันใหม่

๔. การวาดภาพต่างๆ จากแบบวาดและระบายสี

เด็กทั้งสามโรงเรียนมีความสนใจมาก

๕. บันดินน้ำมัน

โรงเรียนที่ ๑	โรงเรียนที่ ๒	โรงเรียนที่ ๓
ปั้นรูปที่ไม่แปลกไปกว่ารูป ง่าย ๆ ที่ชอบปั้นกันมากที่สุด คือ งู	มีการปั้นรูปแปลก ๆ พิศดาร และมีความคิดดี	ไม่ค่อยปั้นสิ่งที่ห่างจากครัว และ ของใช้ประจำวันในบ้าน เช่น จานและผลไม้ กะทะ ฯลฯ แต่ ก็สนใจปั้นดี

๒๗๐

๖. ต่อรูปร่างที่ตัดเป็นชั้น ๆ

เด็กทั้งสามโรงเรียนมีความสนใจมาก

ข้อสังเกตโดยทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับประพฤติกรรมของเด็กขณะเรียนบทเรียน

โรงเรียนที่ ๑	โรงเรียนที่ ๒	โรงเรียนที่ ๓
เด็กส่วนมากฉลาดจนรู้สึกว่าการอ่านจะล้นไปหน่อย รับผิดชอบที่ให้อ่านแล้วเล่นกันเอง ชอบวิ่งแกล้งกัน พ้องเก่ง	เข้าใจได้รวดเร็ว มีความสนใจที่จะทำด้วยตัวเอง เมื่อพูดจาด้วยและมักออกความคิดเห็นที่น่าสนใจ และเป็นเรื่องเป็นราว	เข้าใจได้ช้า แต่ก็สนใจ แต่พยายามฟังครูอยู่เสมอ พอสอนและทำตัวอย่างให้ดูเสร็จก็มารุมให้ครูทำให้ ไม่ชอบทำด้วยตนเอง
จำสิ่งที่สอนได้ดี แต่ไม่ค่อยมีระเบียบ	สิ่งที่สอนไปแล้วจดจำดี ให้ทำใหม่ก็ทำได้ดี	สอนให้ทำอะไรก็ทำได้เฉพาะในชั่วโมง ขึ้นวันใหม่ก็มักมาทวนครูให้ทำให้ดูใหม่
รู้จักแยกแยะ เปรียบเทียบ และรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ได้ดี แต่ก็ทำอะไรอย่างลวก ๆ และรีบร้อน	สามารถแยกแยะ เปรียบเทียบ และรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ได้ดี	ไม่รู้จักแยกแยะ เปรียบเทียบ และรวบรวมสิ่งที่แตกต่างกัน และคล้ายคลึงกัน การพูดจาโต้ตอบก็แสดงถึงความไม่หลักแหลมนัก
ชอบเอะอะเอ็ดตะโร และไม่ค่อยเป็นระเบียบ	เด็กส่วนมากมีความประพฤติเรียบร้อย น่ารัก	ความประพฤติปานกลาง
โต๊ะเรียน ม้านั่งอัดแอไม่เป็นระเบียบ เด็กชอบวิ่งเล่นและ	ห้องเรียนสะอาดเรียบร้อยมีเครื่องช่วยความสะดวกหลาย	ห้องเรียนสะอาดเรียบร้อยบรรยากาศโดยทั่ว ๆ ไปเหมาะสม

โรงเรียนที่ ๑	โรงเรียนที่ ๒	โรงเรียนที่ ๓
เดินบนโต๊ะ ความอึดแอภายในห้องเรียนทำให้จัดกิจกรรมบางอย่าง เช่นการร้องรำทำเพลงไม่สะดวก เสียงภายนอกห้องเรียนรบกวนสมาธิในห้องเรียนมาก ถ้าปิดประตูห้องก็ร้อนอย่างแสนสาหัส เด็กเองก็อาจได้รับความรบกวนจากสภาพแวดล้อม จึงทำให้พูดเสียงดัง	ประการ เช่น พัดลมและไฟฟ้า หลังห้องเรียนมีการปลุกสวนประคับ ค้วยตันกระบองเพชรและอื่นๆ ครูประจำชั้นเอาใจใส่ไต่ถามถึงเด็กอยู่เสมอ	หรับเป็นโรงเรียนอากาศดีปลอดโปร่ง
ตอนหลังเด็กขาดมาก อาจเป็นเพราะไม่เห็นความสำคัญเพราะไม่เกี่ยวกับการเรียน ประจำวันของเด็ก	เด็กไม่ค่อยขาด นอกจากคนที่เรียนไม่ทันซึ่งขาดเป็นประจำในเวลาเรียนปกติด้วย	เด็กสนใจดีทุกคน ไม่ค่อยขาดจะขาดก็ต่อเมื่อไม่สบายเท่านั้น

ภาคผนวก ๒๕

การประเมินผลทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอนในกลุ่มควบคุม

เนื่องจากการสอนกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่มีปัญหาต่าง ๆ เหมือนกันทั้ง ๓ โรงเรียน ดังนั้นจึงจะกล่าวรวม ๆ กันไปไม่แยกเป็นแต่ละโรงเรียน แต่ถ้าโรงเรียนใดมีปัญหาเรื่องหนึ่งเรื่องใดเป็นพิเศษ ก็จะได้บ่งไว้โดยเฉพาะ ปัญหาต่าง ๆ ที่พบมีดังต่อไปนี้

๑. ปัญหาที่เกี่ยวกับลักษณะของนักเรียน นักเรียนทั้ง ๓ โรงเรียน (คือ โรงเรียนที่ ๑, ๒ และ ๓) ส่วนใหญ่เป็นเด็กที่คล่องแคล่ว ว่องไว ชุกชน ไม่ชอบอยู่หนึ่ง ชอบกิจกรรมที่ต้องเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ความสนใจในบทเรียนหนึ่ง ๆ จึงมีไม่นาน ต้องการจะเปลี่ยนอยู่เสมอ สำหรับโรงเรียนที่ ๑ เด็กนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในย่านการค้า ดังนั้น กริยามารยาทจึงไม่เรียบร้อยนัก โดยเฉพาะการพูดกับเพื่อน ๆ บางครั้งไม่สุภาพ เวลาโกรธก็มักจะใช้คำพูดหยาบคาย

๒. ปัญหาที่เกี่ยวกับบทเรียน เนื่องจากกลุ่มที่สอนเป็นกลุ่มที่ไม่สอนทางวิชาการ บทเรียนจึงประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ การพับกระดาษเป็นรูปต่าง ๆ เล่านิทาน สวดมนต์ บันไดน้ำมนต์ ต่อไม้บล็อกเป็นรูปต่างชนิด ร้องเพลง จากการสอนผู้สอนรู้สึกว่าการที่เตรียมไว้มีน้อยเกินไป ควรจะเพิ่มกิจกรรมอย่างอื่น ๆ อีก เพราะนักเรียนไม่สนใจกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ แม้จะเปลี่ยนรูปเป็นอย่างอื่นอยู่ตลอดเวลาก็ตาม (เช่น การพับกระดาษ เปลี่ยนจากพับรูปนก เป็นรูปกระต่าย หรือรูปอื่น เด็กจะขาดความสนใจหลังจากกระทำไปแล้วไม่นาน)

๓. ปัญหาที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ เช่น แผ่นภาพบล็อกเคลื่อนนักเรียน ๔ คน ต่อ ๑ แผ่น หรือหนังสือนิทานประกอบภาพมีเพียงเรื่องละ ๑ เล่ม จึงไม่สามารถแจกให้เด็กดูได้อย่างทั่วถึง อุปกรณ์บางอย่างไม่สวยงามหรือดึงดูดความสนใจ เช่น การพับกระดาษ ได้นำกระดาษที่เหลือใช้ไปให้เด็กพับ ซึ่งอย่างไรก็ดีขั้นควรแก่การอธิบาย กล่าวคือ การใช้วัสดุ เช่นนี้มีวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เด็กรู้จักใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือใช้ไปทำกิจกรรมต่าง ๆ

ที่แสดงถึงการสร้างสรรค์ ผู้สอนก็ได้ชี้แจงให้เด็กทราบตั้งแต่ตอนต้นของกิจกรรมแล้ว แต่ในลักษณะธรรมชาติของเด็กในวัยนี้เด็กมักชอบของสวย ๆ งาม ๆ และแปลกใหม่อยู่เป็นอันมาก

๔. ปัญหาที่เกี่ยวกับระยะเวลาที่สอน สอนครั้งละ ๑ ช.ม. ๓๐ นาที ซึ่งเวลามากเกินไป ในระดับเด็กชั้นประถมปีที่ ๑ ซึ่งมีช่วงความสนใจในบทเรียนหนึ่ง ๆ ประมาณ ๓๐-๔๐ นาทีเท่านั้น ดังนั้นตอนท้าย ๆ ชั่วโมง เด็กมักจะเล่นกันเอง หรือขออนุญาตออกนอกห้องเรียน หรือบางคนก็หลบหน้าหายไปก็มี

๕. ปัญหาที่เกี่ยวกับห้องเรียน การสอนในโรงเรียนทั้ง ๓ แห่ง ทุกโรงเรียนได้จัดให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสอนห้องติด ๆ กัน ทำให้นักเรียนกลุ่มควบคุมไปสนใจการสอนของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มของตน เพราะในอีกกลุ่มหนึ่งมีวิธีการและอุปกรณ์หลายชนิดซึ่งดึงดูดความสนใจแก่เด็กได้มากกว่า บางคนจึงแอบหนีไปยืนดู หรือบางคนก็กลับมาบอกให้ครูสอนเหมือนกลุ่มทดลองบ้าง นอกจากนี้ห้องเรียนบางห้องถูกจัดให้เป็นทางผ่านสำหรับนักเรียนห้องอื่น ๆ ฉะนั้นในบางครั้งจะมีเด็กนักเรียนหยุดมองดูเป็นเวลานาน ๆ โดยเฉพาะที่โรงเรียนที่ ๑ ขาดความสงบเงียบ หรือความรู้สึกเป็นส่วนตัว ผู้สอนต้องแก้ปัญหาด้วยการปิดห้องเรียนสอนเพื่อให้ความสนใจของกลุ่มควบคุมมีแต่เฉพาะแต่กับครูที่สอนเท่านั้น ซึ่งก็ทำให้เกิดปัญหาด้านความร้อนอบอ้าวในห้องเรียน สภาพในห้องเรียนเฉพาะที่โรงเรียนที่ ๑ และที่ ๒ มีโต๊ะเรียนเต็มห้อง เพราะจำนวนนักเรียนในชั้นมีมาก จึงมีที่ว่างหน้าชั้นเพียงเล็กน้อย การจัดกิจกรรมบางอย่าง เช่น รำวง ร้องเพลงร่วมกันจึงกระทำได้ยาก แต่โรงเรียนที่ ๓ ปัญหานี้ไม่มี เพราะห้องเรียนยังมีที่ว่างพอที่จะให้นักเรียนออกมาทำกิจกรรมร่วมกันได้

๖. ที่ตั้งของโรงเรียน โรงเรียนทั้ง ๓ แห่ง มีที่ตั้งของโรงเรียนแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ โรงเรียนที่ ๒ แม้ว่าจะเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นสลัม แต่ที่ตั้งของโรงเรียนก็เป็นสัดส่วนต่างหากจากชาวบ้านในละแวกนั้น บริเวณโรงเรียนกว้างขวาง มีสนามกว้างใหญ่ อาคารเรียนอยู่ห่างกัน นักเรียนจึงไม่สับสนวุ่นวาย ทำให้บรรยากาศในการเรียนสงบเงียบ โรงเรียนที่ ๓ ก็เช่นกัน เนื่องจากเป็นโรงเรียนในชนบทจึงมีเนื้อที่กว้างขวาง มีสนามกว้างใหญ่มาก บริเวณโรงเรียนก็กว้างขวางเช่นกัน โรงเรียนทั้ง ๒ แห่งที่กล่าวมานี้ตรงกันข้ามกับ

โรงเรียนที่ ๑ เพราะโรงเรียนนี้เป็นโรงเรียนที่อยู่ในย่านชุมชน โดยแบ่งเนื้อที่จากบริเวณวัดเล็กน้อย อาคารเรียนแต่ละหลังจึงอยู่ติด ๆ กัน มีสนามเล็ก ๆ กันอยู่ตรงกลาง รอบ ๆ สนามใช้เป็นที่พักขายอาหารกลางวันและเป็นที่รับประทานอาหารของนักเรียนด้วย ดังนั้นห้องเรียนจึงมีบรรยากาศที่อีกที่ก็ครึกโครมอยู่ตลอดเวลา ทำให้สมาธิในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีน้อยกว่าโรงเรียนอื่น ในการสอนต้องแก้ปัญหาโดยปิดประตูห้องซึ่งทำให้ห้องเรียนร้อนอบอ้าวมาก

๓. ครูที่สอน ใช้ครูชุดเดียวสอนตลอดตั้งแต่ต้นจนจบทั้ง ๓ โรงเรียน ทำให้ผู้สอนเหนื่อยมากและบางวันต้องสอนถึง ๒ โรงเรียน การเดินทางจรรยาภักดีศึกษ้อยู่ตลอดเวลา การที่ผู้สอนเหนื่อยเกินไปย่อมมีผลกระทบกระเทือนต่อประสิทธิภาพในการสอนด้วย

๔. ความร่วมมือของครูใหญ่และครูในโรงเรียน ครูใหญ่ทั้ง ๓ นั้น ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีด้วยการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้ตามที่สถาบันต้องการ ส่วนครูในโรงเรียนทั้ง ๓ นั้น ครั้งแรกสังเกตว่ามีความยินดีที่มีครูไปสอนเป็นการเพิ่มพูนความรู้แก่เด็ก แต่หลังจากที่ครูบางคนมาสังเกตการสอนในกลุ่มควบคุม เห็นว่าเป็นกิจกรรมต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับวิชาการก็หมดความสนใจ โดยเฉพาะในโรงเรียนที่ ๑ เนื่องจากเวลาสอนเป็นเวลาของเด็กเล็กเรียนแล้ว ครูบางคนจึงอนุญาตให้เด็กกลับบ้านได้ โดยคิดว่าเด็กยังคงต้องอยู่ที่โรงเรียนต่อไปอีกระยะหนึ่งก่อน ส่วนโรงเรียนที่ ๒ และที่ ๓ ไม่มีปัญหาในเรื่องนี้ เพราะเด็กยังไม่ถึงเวลาเลิกเรียน เด็กจะต้องอยู่เรียนภาคบ่าย ปัญหาการหนีกลับบ้านจึงไม่มี แต่เด็กบางคนก็ไม่เข้าห้องเรียน หนีไปเล่นหรืออยู่ห้องอื่น ๆ ก็มี

๕. ผู้ปกครอง เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะโรงเรียนที่ ๑ เช่นกัน เนื่องจากการสอนเป็นเวลาบ่ายที่เด็กเลิกเรียนแล้ว ครั้งแรก ๆ ผู้ปกครองหลายคนเข้ามาฝากฝังกับผู้สอนให้ช่วยกวดขันลูกของตนเพราะเข้าใจว่าเป็นการสอนทางวิชาการ แต่เมื่อมาสังเกตการณ์เห็นการสอนที่ไม่เกี่ยวข้องกับวิชาการก็หมดความสนใจ ผู้ปกครองบางคนจะสั่งไม่ให้ลูกมาเรียน หรือบางคนก็รีบมารับเด็กกลับบ้านตามกำหนดที่โรงเรียนเลิกโดยปกติ สำหรับโรงเรียนที่ ๒ และที่ ๓ ปัญหานี้ไม่มี เพราะจะต้องอยู่เรียนตามปกติในตอนบ่าย ผู้ปกครองจึงไม่ได้มาเกี่ยวข้องกับการสอน.

ภาคผนวก ๒๖

รายชื่อและหน้าที่ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย การทดลองสอนสัปดาห์วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แก่เด็กไทยระดับ ๗-๘ ขวบ

หัวหน้าและผู้นิเทศโครงการวิจัย

ผู้เขียนรายงานการวิจัย

ผู้วางแผนแบบการวิจัย

: ศจ. จรรจา สุวรรณทัต

: ผศ. ระวิพันธ์ โสมนะพันธุ์

ผศ. ถาวร เกิดเกียรติพงศ์

ผศ. ดวงเดือน พันธมนาวิน

ผศ. นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ

ผศ. ปรีชา ธรรมมา

ผศ. สมนึก คำอุไร

อจ. ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์

อจ. เพ็ญแข ประจวบจันทน์

ผู้เขียนบทเรียนที่ใช้ในกลุ่มทดลอง

: ผศ. นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ

ผู้เขียนบทเรียนที่ใช้ในการควบคุม

: ผศ. บุญกอบ วิสมิตะนันท์

ครูผู้ทดลองในกลุ่มทดลอง

: อจ. ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์

อจ. ประณต เล็กสวัสดิ์

ครูผู้ทดลองในกลุ่มควบคุม

: ผศ. บุญกอบ วิสมิตะนันท์

อจ. นวลละออ เจียมสุวรรณ

ผู้แปลแบบทดสอบเพียเจท์

: อจ. ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์

ผู้สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

: ผศ. สมนึก คำอุไร

อจ. ประไพศรี อยู่ทวี

ผู้สัมภาษณ์และผู้จัดบันทึก

: ผศ. ภัทรา สุคนธ์ทรัพย์

ผศ. ถาวร เกิดเกียรติพงศ์

ผศ. วันเพ็ญ พิศาลพงศ์

อจ. เพ็ญแข	ประจันปัจจนิก
อจ. องอาจ	จियะจันทน์
อจ. ประไพศรี	อยู่ทวี
อจ. นงนวล	พงษ์ไพบุลย์
อจ. กรุณา	กิจขยัน
อจ. กวงเคื่อน	ศาสตรภักตร์
อจ. ประณต	เล็กสวาสค์

พร้อมด้วย

นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาเอกจิตวิทยาสังคม และสาขาวิชาผลการศึกษาระหว่างปี ๒๕๑๗-๑๘

เจ้าหน้าที่ติดต่อโรงเรียน

: ผศ. สมนึก คำอุไร

อจ. องอาจ จियะจันทน์

ผู้วิเคราะห์ข้อมูล

: อจ. กวงเคื่อน ศาสตรภักตร์

ที่ปรึกษาด้านสถิติและคอมพิวเตอร์

: ผศ. ระวิพันธ์ โสมนะพันธ์

เจ้าหน้าที่ถ่ายภาพ

: อจ. องอาจ จियะจันทน์

อจ. ไพโรจน์ เบาใจ

ผู้พิสูจน์อักษร

: ศจ. จรรจา สุวรรณทัต

อจ. ประไพศรี อยู่ทวี

อจ. ประณต เล็กสวาสค์

ผู้ทำหน้าที่การบรรณาธิการ

: ศจ. จรรจา สุวรรณทัต

ผู้ช่วยผู้ทำหน้าที่การบรรณาธิการ

: ผศ. ระวิพันธ์ โสมนะพันธ์

เลขานุการ

: อจ. ประไพศรี อยู่ทวี

เจ้าหน้าที่การเงินและเก็บรักษาบัญชีการรับ-จ่าย

: ผศ. วันเพ็ญ พิศาลพงศ์

ผศ. สมนึก คำอุไร

เจ้าหน้าที่พิมพ์

: นาย ประสิทธิ์ คุณพรม

นาย นิยม ทรัพย์เจริญ

ภาคผนวก ๒๗

แผนการปฏิบัติงาน

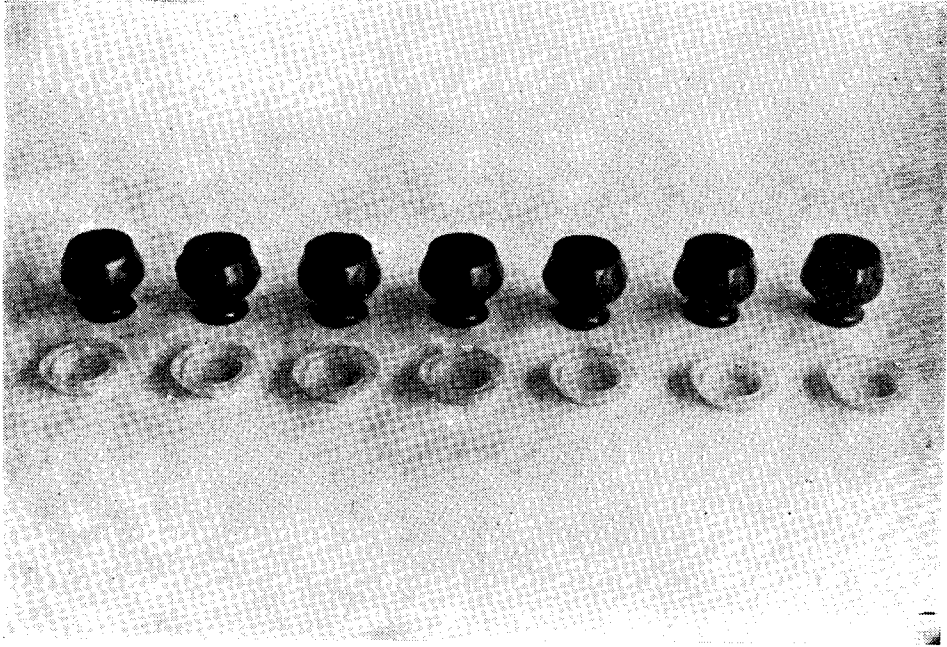
- ขั้นที่ ๑ (๓ เดือน)
- ก. สร้างและปรับปรุงเครื่องมือ และวิธีการที่จะใช้ในการสอนสังกัป วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
 - ข. แปลแบบทดสอบเพียเจต์ทดลองจนวิธีดำเนินการออกเป็นภาษาไทยที่ใช้ได้
 - ค. เริ่มสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดสัมฤทธิ์ผลของเด็กทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
 - ง. ติดต่อกับประชาคมและโรงเรียน เพื่อการเลือกสถานที่และกลุ่มตัวอย่าง
- ขั้นที่ ๒ (๓ เดือน)
- ก. จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการสำหรับฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์ และผู้จบบันทึก ชุดที่ ๑
 - ข. การทดสอบก่อนการทดลอง (pre-testing) กระทำกับเด็กประมาณ ๔๐๐ คน โดยใช้เครื่องมือทดลองของเพียเจต์
 - ค. ปรับปรุงบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการสอบเด็กกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กำหนดให้บทเรียนที่สร้างขึ้นแล้วเสร็จอย่างสมบูรณ์
- ขั้นที่ ๓ (๓ เดือน)
- ก. เริ่มการทดลองสอนสังกัป โดยกำหนดให้มีการสอนเด็กกลุ่มตัวอย่าง ๒ ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลาดิถีต่อกัน ๒๔ สัปดาห์
 - ข. ประเมินผลการเรียนการสอนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

- ขั้นที่ ๔ (๓ เดือน)
- ก. ดำเนินการทดลองสอนส่งต่อไปจนครบกำหนดที่วางไว้
 - ข. จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์และผู้จดบันทึก ชุดที่ ๒
 - ค. การทดสอบหลังการทดลอง (post-testing) โดยใช้เครื่องมือของเพียเจต์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

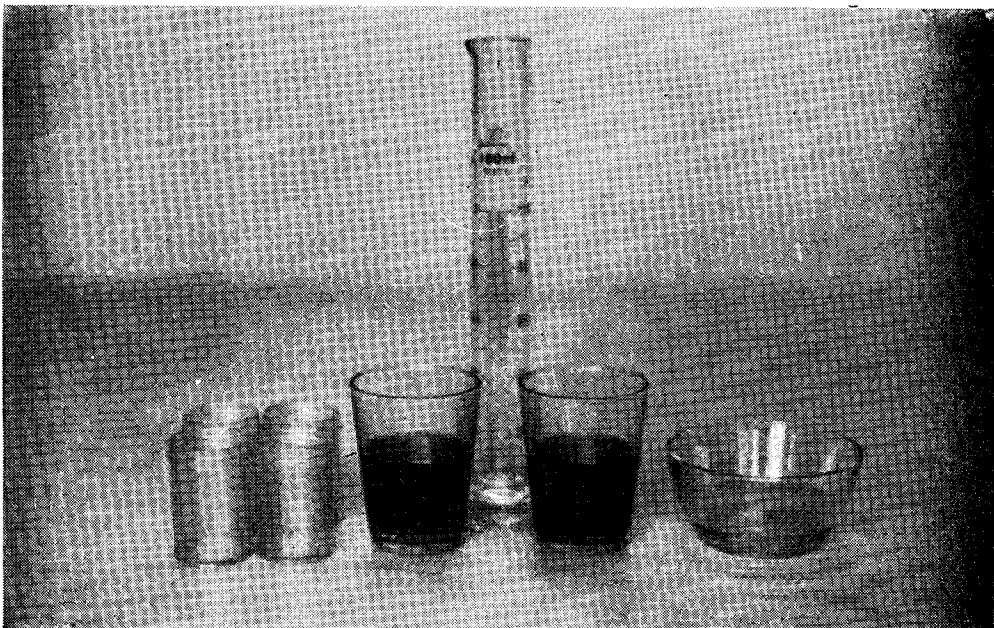
ขั้นที่ ๕ (๓ เดือน) การจัดการทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ ๖ (๓-๖ เดือน) การเขียนรายงาน

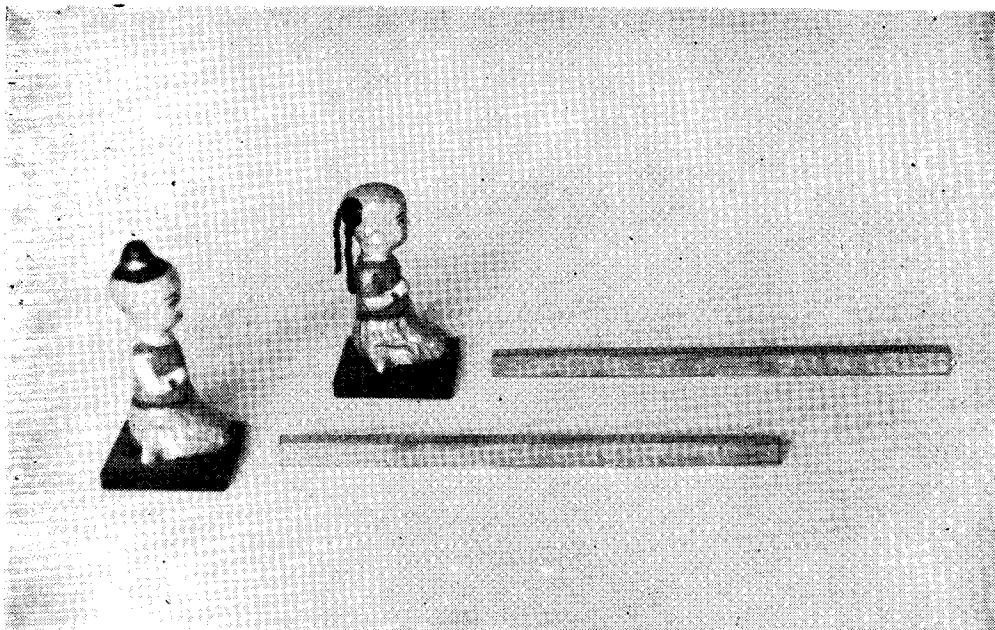
แบบทดสอบและอุปกรณ์



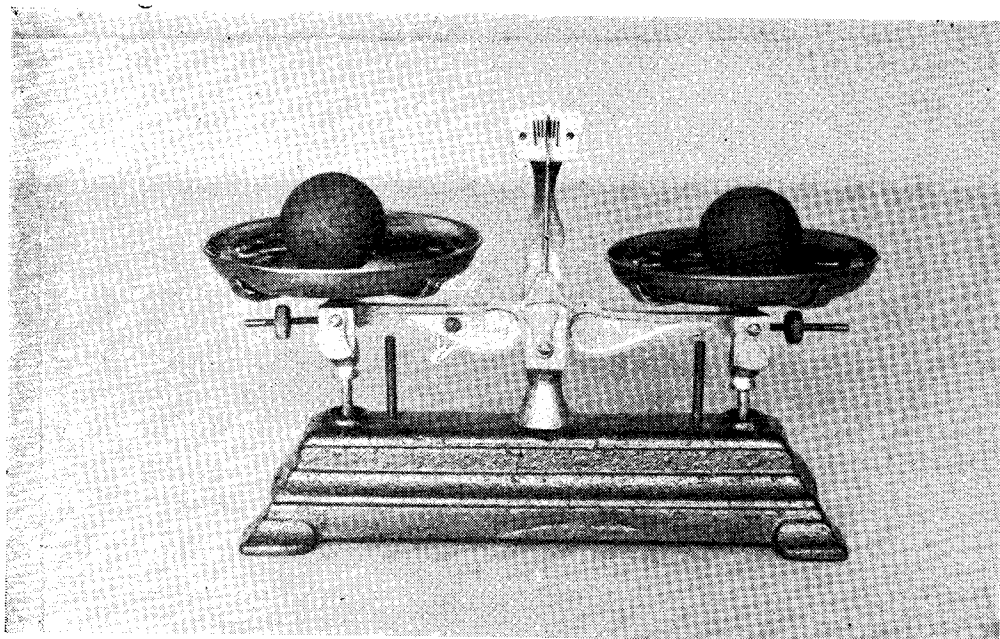
๑. แบบทดสอบจับคู่หนึ่งต่อหนึ่ง



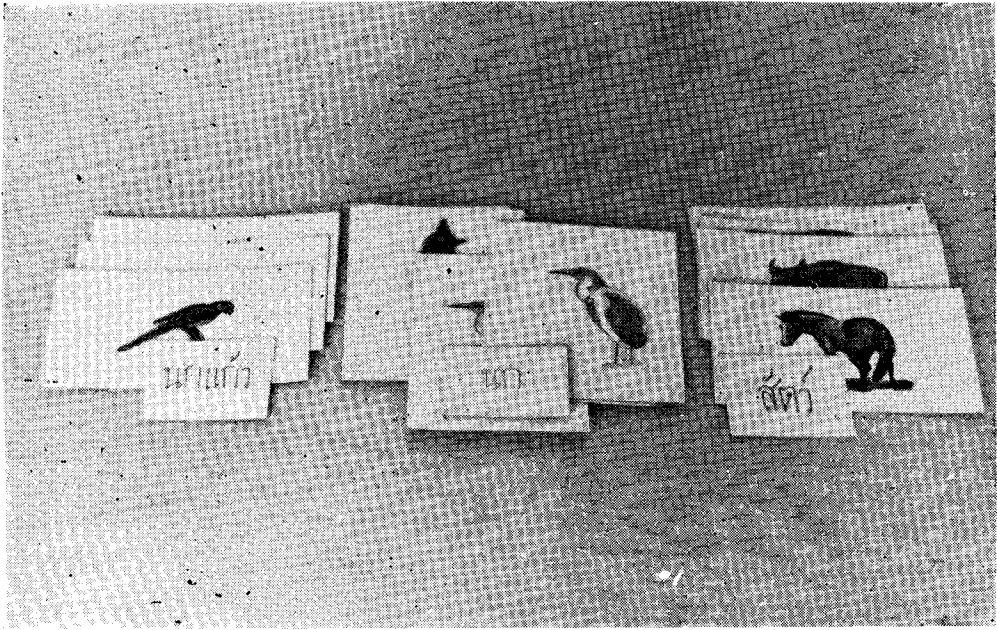
๒. แบบทดสอบการอนุรักษ์ของเหลว



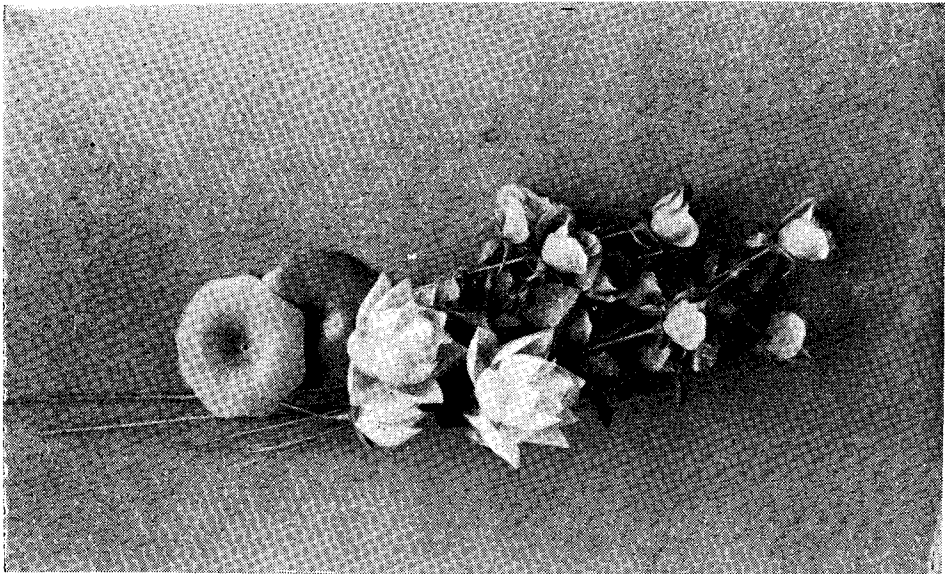
๓. แบบทดสอบการอนุรักษ์ความยาว



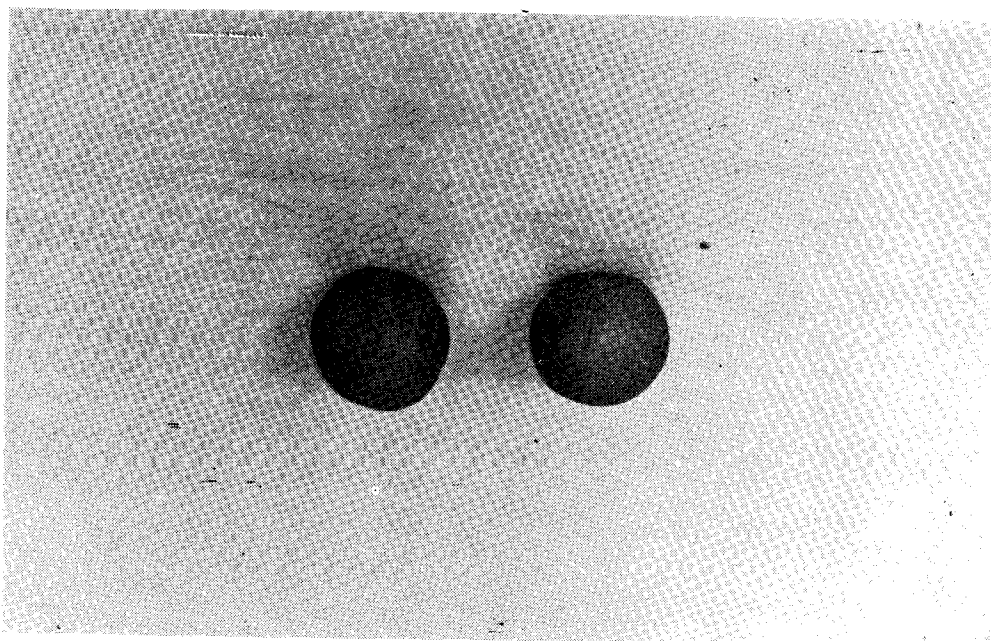
๔. แบบทดสอบการอนุรักษ์น้ำหนัก



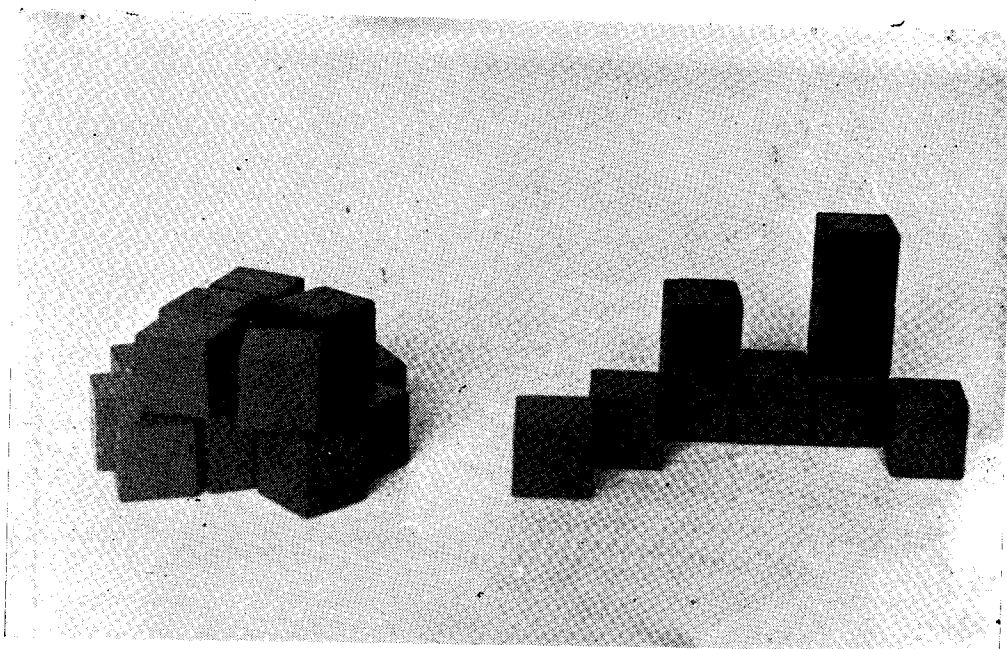
๕. แบบทดสอบการรวมเข้าประเภท (สัตว์)



๖. แบบทดสอบการรวมเข้าประเภท (ดอกไม้)



๗. แบบทดสอบการอนุรักษ์มวลสาร



๘. แบบทดสอบภาพการคิดในสมอง (แบบนิ่ง)

การสอนในกลุ่มทดลอง



การสอนในกลุ่มควบคุม

