

Αυτόματη ανίχνευση μαθησιακών δυσκολιών με λογισμικό: Έλεγχος αξιοπιστίας με επαναλαμβανόμενη χορήγηση

Αθανάσιος Πρωτόπαπας
Κύριος Ερευνητής – Ινστιτούτο Επεξεργασίας του Λόγου
Μαρούσι, Ελλάδα
protopap@ilsp.gr

Χρήστος Σκαλούμπακας
Ειδικός Παιδαγωγός – Ιατροπαιδαγωγικό Κέντρο Αθήνας
Νέο Ψυχικό, Ελλάδα
chriskal@otenet.gr

Μελίνα Ηλιοπούλου
Σύμβουλος Μαθησιακών Ιδιαιτεροτήτων – Εκπαιδευτήρια Γείτονα
Βάρη, Ελλάδα
m_ilioroulou@hotmail.gr

Παναγιώτης Βρόντος
Υποδιευθυντής Γυμνασίου – Εκπαιδευτήρια Γείτονα
Βάρη, Ελλάδα
pvnro@geitonas-school.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το λογισμικό eMaΔύς κατασκευάστηκε στο Ινστιτούτο Επεξεργασίας του Λόγου για τον εντοπισμό μαθητών με πιθανά μαθησιακά προβλήματα. Η εγκυρότητα της ανίχνευσης έχει ελεγχθεί σε δείγμα 137 μαθητών Α' Γυμνασίου βάσει ανεξάρτητου κριτηρίου. Οι μετρήσεις από τις δοκιμασίες του λογισμικού βρίσκονται σε συνάφεια με αντίστοιχες μετρήσεις μαθησιακής αξιολόγησης χορηγούμενης σε ατομική συνέντευξη. Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η σταθερότητα της ανίχνευσης από το λογισμικό σε επαναλαμβανόμενη χορήγηση. 49 μαθητές στα Εκπαιδευτήρια Γείτονα εκτέλεσαν δύο φορές τις δοκιμασίες του λογισμικού, με χρονική απόσταση 3–5 εβδομάδων. Οι μη παραμετρικές συνάφειες (Spearman's ρ) μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών στις δύο επαναλήψεις των δοκιμασιών με τεκμηριωμένη προβλεπτική εγκυρότητα κυμάνθηκαν μεταξύ 0,38 και 0,84. Η αξιοπιστία της εξίσωσης διάκρισης ήταν 0,86. Από τις δύο χορηγήσεις εντοπίστηκαν 11 και 9 μαθητές, 7 από τους οποίους και τις δύο φορές (70%). Η σταθερότητα της ανίχνευσης, λαμβάνοντας υπόψη την εγκυρότητα κριτηρίου, επιβεβαιώνει ότι η αυτοματοποιημένη ανίχνευση αποτελεί εφικτή προσέγγιση.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: μαθησιακές δυσκολίες, ανίχνευση, εντοπισμός, αυτόματη, λογισμικό

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Ινστιτούτο Επεξεργασίας του Λόγου (ΙΕΛ) δημιούργησε το λογισμικό εΜαΔύς για τον αυτόματο εντοπισμό μαθητών με πιθανά μαθησιακά προβλήματα. Η παραγωγή του λογισμικού έγινε με ανάθεση, μετά από διαγωνισμό, από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (Π.Ι.), ως μέρος του έργου «υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στο ελληνικό δίκτυο σχολείων» (Ραπαδόπουλος κ. συν. 2000) στο πλαίσιο του ΕΠΕΑΕΚ. Το εΜαΔύς έχει σχεδιαστεί για μαθητές της πρώτης τάξης του Γυμνασίου, λαμβάνοντας μέριμνα ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή του σε μαθητές μικρότερης ηλικίας, με μικρές ή καθόλου τροποποιήσεις. Σε προηγούμενες ανακοινώσεις έχουν παρουσιαστεί οι αρχές σχεδίασης, το περιεχόμενο, και οι βασικές προσδοκίες για το εΜαΔύς (Πρωτόπαπας κ. συν. 2001· Protopapas κ. συν. 2001), καθώς και προκαταρκτικές παρατηρήσεις από την πρώτη δοκιμαστική εφαρμογή του σε σχολεία, με παράλληλη κλινική αξιολόγηση, για τη διαπίστωση της χρηστικότητας και της βασικής ψυχομετρικής επάρκειας του λογισμικού (Πρωτόπαπας κ. συν. 2002). Στην παρούσα ανακοίνωση περιγράφονται καταρχήν συνοπτικά το λογισμικό και τα αποτελέσματα από τη μελέτη της ψυχομετρικής εγκυρότητάς του βάσει ανεξάρτητου εξωτερικού κριτηρίου, τα οποία έχουν ανακοινωθεί πρόσφατα (Πρωτόπαπας κ. συν. 2003). Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μελέτη αξιοπιστίας του λογισμικού σε επαναλαμβανόμενη χορήγηση, τόσο κατά δοκιμασία όσο και συνολικά όσον αφορά στον εντοπισμό μαθησιακών δυσκολιών. Περιγράφονται οι συνθήκες εφαρμογής και τα αποτελέσματα από τις δύο χορηγήσεις, και τέλος τα συμπεράσματα που προκύπτουν από ποσοτικές αναλύσεις των μετρήσεων.

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ – εΜαΔύς

Η εμπειρία στον εντοπισμό μαθησιακών δυσκολιών με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι διεθνώς πολύ περιορισμένη. Είναι αυτονόητο ότι θα πρέπει η αυτοματοποίηση να παράγει έγκυρα και αξιόπιστα αποτελέσματα, χρήσιμα στο γενικότερο εκπαιδευτικό πλαίσιο, μέσα από απλή διαδικασία που να είναι προσίτη σε χρήστες (μαθητές και εκπαιδευτικούς) χωρίς προηγούμενη εμπειρία ή εκπαίδευση. Προτού αναφερθούμε στα θέματα αυτά όμως είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί ο στόχος και η φιλοσοφία της σχεδίασης του εΜαΔύς, και εν συνεχεία να περιγραφεί συνοπτικά και να δικαιολογηθεί το περιεχόμενό του.

Προσδιορισμός των προς ανίχνευση δυσκολιών

Για γενικότερη και εκτενέστερη συζήτηση του ορισμού, της αιτιολογίας και των μεθόδων εντοπισμού και διάγνωσης μαθησιακών δυσκολιών είναι απαραίτητη η παραπομπή σε άλλες πηγές (βλ. National Joint Committee on Learning Disabilities 1994, 1998, για συνοπτική παρουσίαση και Sternberg & Spear-Swerling 2000 για πολύπλευρη και σε βάθος συζήτηση). Το εΜαΔύς στοχεύει στον εντοπισμό ειδικών μαθησιακών δυσκολιών στον προφορικό και γραπτό λόγο με έμφαση σε στοιχεία που απαρτίζουν το τυπικό δυσλεξικό προφίλ. Ο βασικός λόγος για την έμφαση αυτή είναι ότι το έλλειμμα στην αναγνωστική ικανότητα είναι η πιο διαδεδομένη μαθησιακή δυσκολία και έχει σημαντικές επιπτώσεις στη γνωστική, γλωσσική και κοινωνική ανάπτυξη. Επίσης την ίδια έμφαση υπαγορεύει και η αύξηση της ευαισθητοποίησης των εκπαιδευτικών και του κοινού στο ζήτημα της δυσλεξίας, διότι η σύνδεση της διάγνωσης με ειδικές εκπαιδευτικές παρεμβάσεις (π.χ. προφορικές εξετάσεις στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση) έχει δημιουργήσει την ανάγκη για αξιόπιστο και έγκυρο εντοπισμό των διαταραχών στο γραπτό λόγο. Έτσι το εΜαΔύς στοχεύει και στην κάλυψη μιας πρακτικής ανάγκης του εκπαιδευτικού συστήματος.

Στόχοι του λογισμικού και κριτήρια αξιολόγησης

Ο κύριος στόχος του λογισμικού εΜαΔύς είναι η παροχή αξιόπιστης και έγκυρης πληροφορίας σχετικά με την πιθανότητα ύπαρξης μαθησιακών δυσκολιών για κάθε μαθητή της 1^{ης} τάξης του Γυμνασίου. Η χρήση του λογισμικού θα πρέπει να είναι τόσο απλή ώστε η εγκατάσταση και η επίβλεψη να μπορεί να γίνει από οποιονδήποτε εκπαιδευτικό. Το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα

χρήσης του λογισμικού είναι η παροχή σύστασης παραπομπής ορισμένων μαθητών σε εξειδικευμένο προσωπικό για αξιολόγηση. Θέλουμε, δηλαδή, κάθε μαθητής να εκτελεί τις δοκιμασίες του λογισμικού και στο τέλος το λογισμικό να δίνει σύσταση παραπομπής του μαθητή αν το προφίλ της απόδοσής του στοιχειοθετεί υπόνοια για μαθησιακές δυσκολίες. Αυτό σημαίνει ότι στόχος του λογισμικού σε καμία περίπτωση δεν είναι να παρέχει διάγνωση ή να αξιολογεί επιμέρους δεξιότητες ή γνώσεις του μαθητή. Βασικός στόχος χρήσης είναι το σχολικό περιβάλλον, ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία επιλογής μαθητών προς παραπομπή στα αρμόδια δημόσια κέντρα διάγνωσης, αξιολόγησης και υποστήριξης (ΚΔΑΥ). Όμως το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιείται και κλινικά ως αξιολόγηση πρώτου επιπέδου, π.χ. από λογοπεδικούς και ειδικούς παιδαγωγούς για παιδιά με αίτημα δυσκολίας στη μάθηση, σε ιδιωτικά κέντρα διάγνωσης και αποκατάστασης ή ακόμα και στα ΚΔΑΥ σε περίπτωση παραπομπών που δεν προήλθαν από χρήση του εΜαΔύς.

Η χρήση του λογισμικού θα πρέπει να παρέχει σταθερά στο χρόνο και συνεπή μεταξύ των μερών του αποτελέσματα (αξιοπιστία), τα οποία να συμφωνούν με την εκτίμηση εξειδικευμένων ατόμων βασισμένων σε συνήθεις κλινικές παρατηρήσεις καθώς και με τα αποτελέσματα «παραδοσιακών» αξιολογήσεων (εγκυρότητα). Πέρα από την ψυχομετρική επάρκεια, κριτήριο εφαρμοσιμότητας του εΜαΔύς αποτελεί η αποδοχή και ορθή χρήση από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Το λογισμικό θα πρέπει να είναι αποδεκτό και εύκολο στη χρήση από οποιονδήποτε μαθητή και να παρέχει χρήσιμη και αξιοποιήσιμη πληροφορία.

Ένας ακόμα στόχος του λογισμικού, πέρα από τον εντοπισμό μεμονωμένων μαθητών που ενδεχομένως χρειάζονται ειδική αξιολόγηση και βοήθεια, είναι η παροχή επιδημιολογικών στοιχείων, πολύτιμων για τη χάραξη μιας εθνικής εκπαιδευτικής πολιτικής στις μαθησιακές δυσκολίες, τα οποία θα είναι αυτόματα διαθέσιμα σε περίπτωση ευρείας χρήσης του. Το εΜαΔύς μπορεί να αποτελέσει εργαλείο συλλογής ομοιογενών και συγκρίσιμων στοιχείων από όλη την επικράτεια. Με την πλήρη αυτοματοποίηση στην εκτέλεση του λογισμικού, η ομοιογένεια των συνθηκών χρήσης θα είναι υψηλή ακόμα και αν υπάρχουν διαφορές σε εξοπλισμό ή σε βαθμό εξοικείωσης με τους υπολογιστές. Με την παράλληλη συλλογή περιορισμένων δημογραφικών στοιχείων θα ήταν δυνατή η κατάρτιση ενός χάρτη μαθησιακών δυσκολιών και η ανάλυσή του σε βασικές κοινωνικοπολιτικές και πολιτιστικές διαστάσεις.

Σύντομη περιγραφή των δοκιμασιών του λογισμικού

Το λογισμικό εΜαΔύς περιλαμβάνει οκτώ δοκιμασίες, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα ικανοτήτων σχετιζόμενων κυρίως με την επίδοση στο λόγο, γραπτό και προφορικό. Η επιλογή των δοκιμασιών βασίστηκε σε ευρήματα από τη διεθνή βιβλιογραφία περί συνάφειας γνωστικών και αντιληπτικών δεικτών με την ύπαρξη μαθησιακών δυσκολιών (βλ. τεκμηρίωση στο Πρωτόπαπας κ. συν. 2001), με γνώμονα την πρακτικότητα της εφαρμογής και όχι κάποιο θεωρητικό μοντέλο. Συγκεκριμένα, οι δοκιμασίες είναι οι εξής:

- *AN: Ταχύτητα ανάγνωσης κειμένου με κατανόηση.* Καταγράφεται ο χρόνος για την ανάγνωση (AN-X) δέκα κειμένων αυξανόμενης δυσκολίας και η ορθότητα επιλογής (AN-N) μίας από τέσσερις εικόνες για καθένα.
- *OP: Διόρθωση ορθογραφίας.* Καταγράφεται ο χρόνος διόρθωσης (OP-X) εννέα κειμένων κυμαινόμενης δυσκολίας και ο συνολικός αριθμός λαθών (OP-L) στα κείμενα μετά από όποιες διορθώσεις πραγματοποιήσει ο εξεταζόμενος.
- *ET: Εντοπισμός τόνου.* Περιλαμβάνει (α) απλό εντοπισμό τόνου (ET), όπου καταγράφεται η ελάχιστη ένταση στην οποία ένας σύντομος τόνος γίνεται αντιληπτός, και (β) εντοπισμό σε συνθήκες αντίστροφης σκίασης (BM), όπου ο τόνος ακολουθείται από θόρυβο.

- *ΔΣ: Διάκριση συχνοτήτων.* Καταγράφεται η ελάχιστη διαφορά στη συχνότητα δύο απλών τόνων που είναι απαραίτητη ώστε να γίνει αντιληπτό ότι αυτοί είναι διαφορετικοί.
- *ΕΑ: Επανάληψη αλληλουχιών.* Καταγράφεται η ελάχιστη χρονική απόσταση μεταξύ διαδοχικών απλών τόνων στην οποία είναι δυνατή η αναπαραγωγή της ακολουθίας των τόνων. Διακρίνεται σε αλληλουχίες δύο τόνων (ΕΑ2) και τριών τόνων (ΕΑ3).
- *ΜΨ: Μνήμη ψευδολέξεων.* Καταγράφεται ο αριθμός ορθών αποκρίσεων στη γραφή 23 ακουστικά παρουσιαζόμενων ψευδολέξεων αυξανόμενου μήκους και πολυπλοκότητας.
- *ΕΛ: Ταυτοποίηση εικόνας-λέξης.* Καταγράφεται ο αριθμός των ορθών επιλογών μίας από τέσσερις λέξεις για καθεμία από 30 εικόνες (σπίτσα). Οι λανθασμένες επιλογές είναι φωνολογικοί γείτονες ή (ιστορικά ή μορφολογικά) ανορθόγραφα ομόηχα.
- *ΜΓ: Μνήμη γραμμάτων.* Καταγράφεται ο αριθμός των αλληλουχιών γραμμάτων (μετά από οπτική παρουσίαση) που αναπαράχθηκαν σωστά (ακολουθώντας τη δομή του digit span).

ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΒΑΣΕΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ

Για την τεκμηρίωση της εγκυρότητας του λογισμικού είναι απαραίτητο ένα ανεξάρτητο κριτήριο βάσει του οποίου εκτιμάται η ευαισθησία και εξειδίκευση των αποτελεσμάτων. Επειδή δεν υπάρχει μέθοδος που να εντοπίζει με βεβαιότητα όλους τους μαθητές που έχουν μαθησιακές δυσκολίες, το κριτήριο αξιολόγησης του λογισμικού ορίστηκε ως εξής: Το λογισμικό πετυχαίνει το στόχο του αν εντοπίζει τους μαθητές εκείνους τους οποίους θα επέλεγε ένα εξειδικευμένο άτομο, με χρήση διαθέσιμων οργάνων και μετρήσεων, ως έχοντες πιθανά μαθησιακά προβλήματα. Δηλαδή η ευαισθησία και η εξειδίκευση του λογισμικού συγκρίνεται με εκείνη του κατάλληλα εξοπλισμένου και καταρτισμένου ψυχολόγου, λογοπεδικού, ειδικού παιδαγωγού κλπ., που δε σκοπεύει στην τεκμηρίωση μιας διάγνωσης ή τον πλήρη χαρακτηρισμό μαθησιακού προφίλ, αλλά στη στοιχειοθέτηση μιας πιθανής μαθησιακής δυσκολίας και στην παραπομπή για περαιτέρω αξιολόγηση. Με βάση το σκεπτικό αυτό η εγκυρότητα του εΜαΔύς εκτιμήθηκε σε συνάρτηση με εξωτερικό κριτήριο προερχόμενο από τη χορήγηση της «Κλίμακας Μαθησιακής Αξιολόγησης» (ΚΛΙΜΑ· Σκαλούμπτακας κ. συν. 2003), μιας συστοιχίας από σταθμισμένες ή ευρέως αποδεκτές και χρησιμοποιούμενες δοκιμασίες, υπαγορευμένη από τη συνήθη κλινική πρακτική για τον εντοπισμό μαθησιακών δυσκολιών. Η ΚΛΙΜΑ περιλαμβάνει τις εξής δοκιμασίες: Ανάγνωση ψευδολέξεων, επανάληψη ψευδολέξεων, ανάγνωση λέξεων, ανάγνωση και κατανόηση κειμένου, ορθογραφία κειμένου, ορθογραφία λέξεων, απομόνωση φωνημάτων, διάκριση φθόγγων, τυποποιημένες προοδευτικές μήτρες του Raven, μνήμη αριθμών, και αριθμητική.

Όπως έχει ανακοινωθεί στο παρελθόν (Πρωτόπαπας κ. συν. 2003), η εγκυρότητα του εΜαΔύς μελετήθηκε σε δείγμα 137 μαθητών και μαθητριών 1^{ης} Γυμνασίου από 4 σχολεία, καλύπτοντας ένα ευρύ κοινωνικοοικονομικό φάσμα και όλα τα επίπεδα σχολικής επίδοσης. Οι ισχυρότερες συνάψεις μεταξύ μετρήσεων από το λογισμικό και αντίστοιχων μετρήσεων από την κλινική αξιολόγηση, ειδικά για ανάγνωση και ορθογραφία, ξεπέρασαν το 0,6. Αντίθετα, άλλες δοκιμασίες του εΜαΔύς, όπως η ακουστική επεξεργασία, δε φάνηκε να σχετίζονται ιδιαίτερα με γνωστικούς και ακαδημαϊκούς δείκτες. Σε ανάλυση διακριτικής ικανότητας το λογισμικό κατέταξε σωστά το 90% των 116 μαθητών που ταξινομήθηκαν ομόφωνα από δύο ανεξάρτητους κριτές. Συνεπώς, ένας μαθητής, για τον οποίον υπάρχει συμφωνία μεταξύ ειδικών ότι πρέπει να παραπεμφθεί για μαθησιακή αξιολόγηση, έχει πιθανότητα 90% να εντοπιστεί από το εΜαΔύς. Αντίστοιχα, ένας μαθητής για τον οποίον υπάρχει συμφωνία ότι δεν πρέπει να παραπεμφθεί έχει πιθανότητα 10% να κριθεί λανθασμένα από το εΜαΔύς ότι χρειάζεται μαθησιακή αξιολόγηση. Λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των μαθητών του δείγματος, μετά από συνεννόηση και συμφωνία μεταξύ των δύο κριτών για τις 21 αμφισβητούμενες περιπτώσεις, η ανάλυση διακριτικής ικανότητας του λογισμικού έδωσε 80% συνολική σωστή ταξινόμηση. Συγκρινόμενο με την αξιοπιστία μεταξύ των κριτών (85%), το αποτέλεσμα κρίθηκε ιδιαίτερα ικανοποιητικό, ιδιαίτερα αν ληφθεί υπόψη ότι η

ταξινόμηση του λογισμικού προέρχεται από εντελώς αυτοματοποιημένες διαδικασίες συνολικής διάρκειας λίγων μόνο λεπτών (μόνο όσες συμπεριλήφθηκαν τελικά στη συνάρτηση ταξινόμησης).

ΜΕΛΕΤΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΜΕ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ

Δεδομένης της υψηλής εγκυρότητας κριτηρίου των αποτελεσμάτων του λογισμικού, λαμβάνει ιδιαίτερη σημασία η σταθερότητα των αυτόματων ταξινομήσεων, δηλαδή κατά πόσον κάθε παραπομπή από το λογισμικό είναι αξιόπιστη και επαναλήψιμη για το συγκεκριμένο μαθητή ή μαθήτρια. Για τη διαπίστωση της αξιοπιστίας χρησιμοποιήθηκε η συνηθισμένη μέθοδος της επαναλαμβανόμενης χορήγησης.

Μέθοδος

Η μελέτη αξιοπιστίας πραγματοποιήθηκε στα Εκπαιδευτήρια Γείτονα το Μάρτιο και Απρίλιο του 2004 με τη συμμετοχή 28 μαθητών και 23 μαθητριών της 1^{ης} Γυμνασίου, ηλικίας 147–159 μηνών. Κάθε μαθητής εκτέλεσε όλες τις δοκιμασίες του λογισμικού δύο φορές, με χρονική απόσταση 3–5 εβδομάδες. Η χρήση του λογισμικού έγινε σε αίθουσα εργαστηρίου ηλεκτρονικών υπολογιστών του σχολείου. Η χορήγηση των δοκιμασιών ήταν εντελώς αυτοματοποιημένη και ο επιβλέπων του εργαστηρίου δεν παρενέβη παρά μόνο σε περιπτώσεις αστοχίας του λειτουργικού συστήματος για να επανεκκινήσει τον υπολογιστή και το λογισμικό. Λόγω απουσίας 2 μαθητών κατά την προγραμματισμένη μέρα της επανάληψης, τελικά είναι διαθέσιμα στοιχεία από 49 παιδιά.

Αποτελέσματα

Οι κατανομές των αποτελεσμάτων των μετρήσεων από τις δύο επαναλήψεις εξετάστηκαν για αποκλίσεις από την κανονικότητα. Σε αρκετές περιπτώσεις διαπιστώθηκαν παραμορφωμένες κατανομές και παρουσία έκτοπων τιμών. Επίσης, κατά την επισκόπηση των διαγραμμάτων σκεδασμού, παρατηρήθηκαν διμεταβλητές έκτοπες τιμές, και συνεπώς δεν κρίθηκε σκόπιμος ο υπολογισμός παραμετρικών συντελεστών συνάφειας (Pearson's r) μεταξύ των δύο επαναλήψεων. Δεδομένου του μικρού δείγματος δεν κρίθηκε επίσης σκόπιμη η αφαίρεση των ακραίων τιμών. Επειδή όμως δεν μας ενδιαφέρει καθεαυτή η κατανομή ούτε υπήρχε λόγος περαιτέρω ανάλυσης διακύμανσης ή κάποιας πολυμεταβλητής ανάλυσης από τις μετρήσεις αυτές, προτιμήθηκε για τις επιμέρους δοκιμασίες η λύση των μη παραμετρικών συντελεστών συνάφειας, οι οποίοι βασίζονται στη σειρά των μετρήσεων και όχι στην τιμή τους. Για την ανάλυση της αξιοπιστίας, μας αρκεί να γνωρίζουμε ότι το λογισμικό κατατάσσει σταθερά τους μαθητές με την ίδια σειρά ανά δοκιμασία, ανεξάρτητα από την ακριβή τιμή της κάθε μέτρησης και από την ποσοτική απόσταση μεταξύ των μαθητών. Επιλέχθηκε λοιπόν ο συντελεστής ρ κατά Spearman· ο πίνακας 1 δείχνει τις συνάφειες μεταξύ των δύο επαναλήψεων για κάθε δοκιμασία του εΜαΔύς και τη στατιστική σημαντικότητά τους όπως υπολογίστηκε με το πρόγραμμα SPSS. Δεν παρουσιάζονται αποτελέσματα για τον εντοπισμό τόνου υπό αντίστροφη σκίαση (BM) διότι, για λόγους που έχουν εξηγηθεί σε προηγούμενη ανακοίνωση (Πρωτόπαπας κ. συν., 2002), η ψυχοφυσική διαδικασία δεν συγκλίνει.

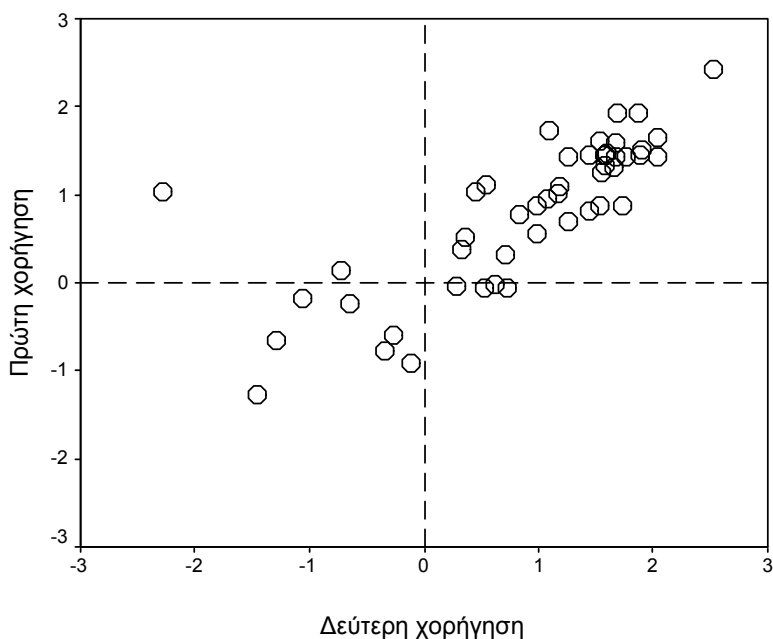
AN-N	AN-X	OP-A	OP-X	ET	ΔΣ	EA2	EA3	MΨ	ΕΛ	ΜΓ
.39*	.58**	.84**	.25	.24	.56**	.79**	.61**	.70**	.59**	.38*

Πίνακας 1: Μη παραμετρικές συνάφειες (Spearman's ρ) μεταξύ των αποτελεσμάτων της πρώτης και δεύτερης χορήγησης των δοκιμασιών του εΜαΔύς. * $p < 0.01$, ** $p < 0.0005$

Οι συντελεστές αυτοί δεν είναι άμεσα συγκρίσιμοι με τους γνωστούς μας παραμετρικούς συντελεστές και δεν εκφράζουν ποσοστό αποδιδόμενης διακύμανσης, δίνουν όμως ένα ποσοτικό μέτρο για την αξιοπιστία της κάθε δοκιμασίας. Παρατηρούμε ότι η λιγότερο αξιόπιστη δοκιμασία είναι αυτή του εντοπισμού τόνου (ET), κάτι που είναι αναμενόμενο, διότι εξαρτάται κυρίως από τη θέση έντασης του ήχου του υπολογιστή και όχι από το γνωστικό δυναμικό ή άλλες ικανότητες

των μαθητών. Ο χρόνος διόρθωσης των λαθών ορθογραφίας είναι επίσης μη αξιόπιστη μέτρηση. Αντίθετα, ο αριθμός των λαθών ορθογραφίας είναι η πλέον αξιόπιστη μέτρηση, ακολουθούμενος από την επανάληψη αλληλουχιών δύο τόνων (γνωστή και ως τεστ Tallal).

Το αποτέλεσμα της κατάταξης κάθε μαθητή από το λογισμικό δίνεται από την εξίσωση διάκρισης, η οποία υπολογίστηκε από το προαναφερθέν δείγμα των 137 μαθητών. Με βάση αυτήν, από τους 49 μαθητές και μαθήτριες του τρέχοντος δείγματος παραπέμπονται προς αξιολόγηση 11 μαθητές από την πρώτη χορήγηση του λογισμικού και 9 από τη δεύτερη, από τους οποίους 7 εντοπίζονται και τις δύο φορές (επαναληψιμότητα της τάξης του 70%). Η αξιοπιστία της εξίσωσης διάκρισης μπορεί να υπολογιστεί με τον κλασικό συντελεστή συνάφειας r κατά Pearson και είναι 0,89. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από 47 μαθητές, αφαιρώντας μια διμεταβλητή έκτοπη τιμή και ένα άτομο για το οποίο δεν υπήρχε δεύτερη μέτρηση σε μια από τις μεταβλητές της εξίσωσης (λόγω αστοχίας του λογισμικού). Στο σχήμα 1 φαίνεται το διάγραμμα σκεδασμού των τιμών εντοπισμού που προκύπτουν εφαρμόζοντας την εξίσωση διάκρισης στα αποτελέσματα των δύο χορηγήσεων του λογισμικού. (Η διμεταβλητή έκτοπη τιμή που δεν λήφθηκε υπόψη στον υπολογισμό της συνάφειας φαίνεται στο πάνω αριστερά τεταρτημόριο.)



Σχήμα 1: Διάγραμμα σκεδασμού των τιμών εντοπισμού από τις δύο χορηγήσεις του εΜαΔύς βάσει εξίσωσης διάκρισης που προέκυψε από το δείγμα τεκμηρίωσης της εγκυρότητας κριτηρίου. Οι διακεκομμένες γραμμές διαχωρίζουν τα άτομα «προς παραπομπή» (αρνητικές τιμές).

Παρατηρήσεις

Για την κατασκευή του διαγράμματος, η εξίσωση διάκρισης που προέκυψε από το δείγμα εγκυρότητας των 137 μαθητών εφαρμόστηκε στα αποτελέσματα της πρώτης και της δεύτερης χορήγησης του εΜαΔύς για καθένα από τους 47 μαθητές του τρέχοντος δείγματος, δίνοντας έτσι δύο τιμές για κάθε άτομο. Για κάθε χορήγηση, αρνητική τιμή οδηγεί σε σύσταση παραπομπής

ενώ θετική τιμή σημαίνει ότι δεν εντοπίζονται μαθησιακές δυσκολίες. Με αντιστοίχιση των τιμών πρώτης χορήγησης στον κατακόρυφο άξονα και της δεύτερης χορήγησης στον οριζόντιο άξονα, απεικονίζεται γραφικά η σχέση μεταξύ των δύο επαναλήψεων, δείχνοντας καθαρά την τάση συσσώρευσης των σημείων πάνω στη διαγώνιο. Οι διακεκομμένες γραμμές που διέρχονται από τα μηδενικά σημεία των δύο αξόνων διαχωρίζουν τους «προς παραπομπή» μαθητές που προκύπτουν μετά από κάθε χορήγηση, συνεπώς οι μαθητές που εντοπίζονται και τις δύο φορές αντιστοιχούν στα σημεία που βρίσκονται στο κάτω αριστερά τεταρτημόριο του διαγράμματος.

Είναι ενδιαφέρον ότι οι δύο πλέον αξιόπιστες μεμονωμένες μετρήσεις (OP-Λ και EA2) δεν συμπεριλαμβάνονται στην εξίσωση διάκρισης, αν και κατά τη μελέτη της εγκυρότητας η OP-Λ είχε σημαντική διαφορά μεταξύ μαθητών με και χωρίς μαθησιακές δυσκολίες. Αντίθετα, μερικές από τις μετρίως αξιόπιστες μετρήσεις συγκροτούν την εξίσωση, η οποία τελικά αποβαίνει σημαντικά πιο αξιόπιστη από τις επιμέρους συνιστώσες της. Η υψηλή συνάφεια στην τιμή εντοπισμού, σε συνδυασμό με τη γνωστή εγκυρότητα κριτηρίου, υποδεικνύει ότι ο βασικός στόχος του λογισμικού έχει επιτευχθεί, εφόσον εκείνο που κυρίως μας ενδιαφέρει δεν είναι η επίδοση σε επιμέρους δοκιμασίες αλλά η τελική σύσταση παραπομπής ή όχι. Έχουμε δείξει προηγουμένως ότι η σύσταση συνάδει με την κρίση των αρμόδιων ειδικών, ενώ εδώ φαίνεται ότι η σύσταση χαρακτηρίζεται από σταθερότητα, τουλάχιστον όσον αφορά στο μέγεθος της τιμής εντοπισμού.

Μια μέτρηση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω της θεωρητικά προβλεπόμενης σχέσης της με τις μαθησιακές δυσκολίες στο γραπτό λόγο, είναι ο αριθμός ορθών επιλογών εικόνας βάσει των κειμένων ανάγνωσης (AN-N), ως δείκτης κατανόησης κειμένου. Η μέτρηση αυτή έχει βρεθεί ότι διαφέρει σημαντικά μεταξύ του γενικού πληθυσμού (σχολικό δείγμα) και κλινικού δείγματος με ισχυρό ποσοστό μαθησιακών δυσκολιών (βλ. Πρωτόπαπας κ. συν., 2003) και συμμετέχει στην εξίσωση διάκρισης. Παρόλα αυτά, η συνάφειά της με παραδοσιακά χορηγούμενη δοκιμασία κατανόησης κειμένου δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή ($r = 0,34$), ενώ και στη διάκριση του κλινικού δείγματος δεν μπορεί να της αποδοθεί μεγάλο ποσοστό διακύμανσης ($\eta^2 = 0,06$). Συνεπώς, η μέτρια αξιοπιστία που παρατηρείται στην επαναλαμβανόμενη χορήγηση μάλλον δεν είναι προϊόν κούρασης ή έλλειψης ενδιαφέροντος των παιδιών, αλλά εγγενής ιδιότητα της συγκεκριμένης δοκιμασίας. Άλλωστε η υψηλότερη αξιοπιστία παρατηρήθηκε στην πολύ πιο κουραστική και μακροσκελή δοκιμασία διόρθωσης λαθών ορθογραφίας (OP-N), κάτι που υποδηλώνει ότι η ύπαρξη στοιχείων «παιχνιδιού» σε μια δοκιμασία δεν προεξοφλεί ούτε το ενδιαφέρον και την προσοχή των παιδιών ούτε και καλύτερα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά.

Αξιοσημείωτη είναι επίσης η υψηλή αξιοπιστία στη μέτρηση της επανάληψης αλληλουχιών δύο τόνων (EA2), λαμβάνοντας υπόψη ότι η συγκεκριμένη μέτρηση δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ σχολικού και κλινικού δείγματος και δεν παρουσιάζει υψηλή συνάφεια με μετρήσεις της κλίμακας μαθησιακής αξιολόγησης (μέγιστο $r = 0,324$ με τη διάκριση φθόγγων). Άρα ενισχύεται το συμπέρασμα ότι η συγκεκριμένη μέτρηση δεν σχετίζεται με τις μαθησιακές δυσκολίες στο γραπτό λόγο (τουλάχιστον για τους Έλληνες μαθητές της 1^{ης} Γυμνασίου) αντίθετα με ορισμένα ευρήματα που έχουν αναφερθεί παλαιότερα στη βιβλιογραφία (π.χ. Reed, 1989· Tallal, 1980) αλλά σε συμφωνία με πιο πρόσφατες μελέτες (Nitttrouer, 1999).

Όσον αφορά στο ποσοστό των σταθερά παραπεμπόμενων μαθητών, αυτό θα πρέπει να κριθεί σε συνδυασμό με την αξιοπιστία μεταξύ κριτών αλλά και με τη γνωστή απόδοση του λογισμικού. Συγκεκριμένα, το 70% επαναληψιμότητας στον εντοπισμό είναι χαμηλότερο, αλλά παραμένει συγκρίσιμο με το 85% συμφωνίας μεταξύ ειδικών που βρέθηκε κατά τη μελέτη της εγκυρότητας. Επιπλέον, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι με βάση την εξίσωση εντοπισμού αναμένουμε 90% επιτυχία στον εντοπισμό. Για ένα υποθετικό δείγμα 100 μαθητών και μαθητριών, εκ των οποίων οι 10 έχουν μαθησιακές δυσκολίες (αντικειμενικά προσδιορισμένο, και χωρίς αμφισβητούμενες

περιπτώσεις), αναμένουμε το εΜαΔύς να εντοπίσει, σωστά, τους 9 από τους 10 με μαθησιακές δυσκολίες (90% επιτυχία) και να υποδείξει επίσης, λανθασμένα, τους 9 από τους υπόλοιπους 90 ως έχοντες μαθησιακές δυσκολίες (10% αποτυχία). Συνεπώς αναμένουμε εντοπισμό 18 απόδων, εκ των οποίων οι μισοί έχουν μαθησιακές δυσκολίες και οι άλλοι μισοί όχι (εξειδίκευση 50%). Η αξιοπιστία του λογισμικού μας ενδιαφέρει στο βαθμό που ισχύει για τους ορθά εντοπιζόμενους και όχι για τους (άλλους τόσους) μαθητές που δεν έχουν μαθησιακές δυσκολίες. Άρα, για να αξιολογηθεί το 70% στην επαναληψιμότητα, πρέπει να ελεγχθεί αν οι μαθητές που εντοπίζονται με συνέπεια και τις δύο φορές είναι εκείνοι που έχουν μαθησιακές δυσκολίες, ή αν το 70% κατανέμεται ομοιόμορφα στους μαθητές με και χωρίς δυσκολίες. Ο έλεγχος αυτός απαιτεί εξωτερικό κριτήριο για την ανεξάρτητη ταξινόμηση των μαθητών και θα γίνει στο μέλλον.

ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ευκολία χρήσης του λογισμικού και η αποδοχή του από τους μαθητές, που έχουν διαπιστωθεί από τις παλαιότερες μελέτες, επιβεβαιώθηκαν και πάλι, δεδομένου ότι δεν παρατηρήθηκε κανένα πρόβλημα στην εκτέλεση των δοκιμασιών ή στην τήρηση των οδηγιών, ακόμα και στη δεύτερη χορήγηση του λογισμικού. Στη μελέτη αυτή υπολογίστηκε εμπειρικά η αξιοπιστία του λογισμικού εΜαΔύς για τον εντοπισμό μαθητών με πιθανές μαθησιακές δυσκολίες με τη μέθοδο της επαναλαμβανόμενης χορήγησης. Τα αποτελέσματα, σε συνδυασμό με τα προηγούμενα ευρήματα σχετικά με την εγκυρότητα εξωτερικού κριτηρίου του λογισμικού, είναι ενθαρρυντικά για την περαιτέρω ανάπτυξη και ευρεία εφαρμογή του λογισμικού.

Το εΜαΔύς αποτελεί διεθνώς καινοτομική εφαρμογή δεδομένου ότι σπανίζουν οι προσπάθειες αυτοματοποίησης στον τομέα του εντοπισμού μαθησιακών δυσκολιών, ειδικά για τις μεγαλύτερες σχολικές ηλικίες. Στη βιβλιογραφία μπορεί να βρει κανείς αναφορές σε λογισμικό για την αξιολόγηση δεξιοτήτων του γραπτού λόγου σε διάφορες ηλικίες (επισκόπηση στο Balajthy, 2002), όμως η αξιολόγηση των επιμέρους γνωστικών διεργασιών που υποστηρίζουν τις αναγνωστικές δεξιότητες δεν σχετίζεται, λειτουργικά ή ψυχομετρικά, με τις απαιτήσεις και τις σχεδιαστικές προτεραιότητες μιας δοκιμασίας εντοπισμού. Διεθνώς, οι προσπάθειες εντοπισμού έχουν εστιάσει στην προσχολική ηλικία, με στόχο να αποφευχθούν οι αρνητικές μελλοντικές εξελίξεις. Παρότι η αξιοπιστία του εντοπισμού γλωσσικών προβλημάτων σε μικρές ηλικίες έχει κατακριθεί έντονα (Law κ. συν., 1998), δε λείπουν οι προσπάθειες αυτοματοποίησης διαδικασιών για τον εντοπισμό παιδιών προσχολικής ηλικίας με σημαντική πιθανότητα μετέπειτα αποτυχίας στο γραπτό λόγο (Singleton κ. συν., 1999, 2000). Ενδεικτικά αναφέρεται η δοκιμασία “Get Ready to Read!” του Εθνικού Κέντρου Μαθησιακών Δυσκολιών των Η.Π.Α. (Whitehurst, 2000), η οποία αποτελείται από ένα ερωτηματολόγιο 20 ερωτήσεων, χορηγούμενο σε συνέντευξη ή μέσω διαδικτύου, με στόχο την εκτίμηση των προαναγνωστικών ικανοτήτων και της αναγνωστικής ετοιμότητας των παιδιών. Χάρη στις ψυχομετρικές ιδιότητές του, το ερωτηματολόγιο αυτό αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την πρόληψη ή άμβλυνση των δυσκολιών στην κατάκτηση του γραπτού λόγου και την αποφυγή της σχολικής αποτυχίας, ειδικά για παιδιά από μειονεκτούντα κοινωνικά στρώματα.

Ο εντοπισμός μαθητών μεγαλύτερης ηλικίας, αν και λιγότερο χρήσιμος όσον αφορά στη δυνατότητα αποκατάστασης, παραμένει σημαντικός στόχος στα πλαίσια του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, διότι πριν από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν προβλέπεται κάποια συγκεκριμένη διαδικασία παρέμβασης ή εναλλακτικού τρόπου εξέτασης. Έτσι και τα αιτήματα αξιολόγησης αυξάνονται δυσανάλογα μετά την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, στα πρώτα χρόνια του Γυμνασίου. Στην ηλικία αυτή είναι γενικά παραδεκτό ότι η αξιολόγηση των γνωστικών διεργασιών και ειδικά των αναγνωστικών δεξιοτήτων είναι πλέον αξιόπιστη και σταθερή. Είναι συνεπώς χρήσιμη μια εφαρμογή λογισμικού που θα βασίζεται στην εγγενή σταθερότητα των δυσκολιών και θα δίνει πληροφορία άμεσα αξιοποιήσιμη από το εκπαιδευτικό σύστημα. Στην κατεύθυνση αυτή κινείται η σχεδίαση και η εφαρμογή του εΜαΔύς.

Η πρόταση του αυτοματοποιημένου εντοπισμού αξιολογείται συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση στο εκπαιδευτικό σύστημα, αλλά και συγκριτικά με μια ιδανική κατάσταση που προσδιορίζεται από τους σκοπούς του συστήματος. Στη ρεαλιστική, πρώτη προσέγγιση, μια και δεν έχει ακόμα υλοποιηθεί κάποια ευρεία διαδικασία αξιολόγησης μέσα στο σχολικό σύστημα, η σύγκριση γίνεται μεταξύ του αυτοματοποιημένου εντοπισμού και του τίποτα. Το συμπέρασμα δεν είναι αυτονόητο, διότι μπορεί η αυτοματοποίηση να έχει ανεπιθύμητες παρενέργειες. Για την περίπτωση του εΜαΔύς πιθανές παρενέργειες θα ήταν η κακή χρήση του λογισμικού ή των αποτελεσμάτων. Χάρη στην πλήρη αυτοματοποίηση της αλληλεπίδρασης οι πιθανότητες κακής χρήσης του λογισμικού ελαχιστοποιούνται, με μόνο ενδεχόμενο την έλλειψη προσοχής από τον εξεταζόμενο μαθητή. Σε μια τέτοια περίπτωση η χαμηλή επίδοση στις δοκιμασίες θα οδηγήσει σε παραπομπή για αξιολόγηση, χωρίς να υπάρχει μαθησιακό πρόβλημα. Δεδομένης της μέτριας εξειδίκευσης του εντοπισμού (50%) θα πρέπει να γίνει κατανοητό από όλους τους εμπλεκόμενους ότι παραπομπή δεν συνιστά διάγνωση. Πρέπει δηλαδή να εξασφαλιστεί η έγκαιρη και ουσιαστική ενημέρωση των χρηστών του λογισμικού ώστε να αποφευχθούν παρερμηνείες.

Το ενδεχόμενο κακής χρήσης των αποτελεσμάτων αντιμετωπίζεται σε μεγάλο βαθμό με τον έλεγχο των παραληπτών τους. Η χρήση κωδικών αριθμών αντί ονομάτων ελαχιστοποιεί την πιθανότητα διαρροής προσωπικών δεδομένων. Δεν συνιστάται η χρήση του λογισμικού από άτομα εντελώς ανυποψίαστα για την εκπαιδευτική και μαθησιακή αξιολόγηση (π.χ. γονείς). Και πάλι πρόκειται για θέμα ενημέρωσης των χρηστών, ώστε οι εκπαιδευτικοί που θα λάβουν γνώση για τις συστάσεις παραπομπής των μαθητών να είναι σε θέση να διαχειριστούν σωστά (με εκπαιδευτικά και δεοντολογικά κριτήρια) αυτήν την πληροφορία. Και αυτοί οι κίνδυνοι δεν οφείλονται στην αυτοματοποίηση καθεαυτή, αλλά στη δυνατότητα ευρείας χρήσης από μη εξειδικευμένο προσωπικό. Συνεπώς, η υλοποίηση σε ευρεία κλίμακα του αυτοματοποιημένου εντοπισμού πρέπει να γίνει προσεκτικά και με έλεγχο της ροής και αξιοποίησης των πληροφοριών.

Στην ιδεαλιστική, δεύτερη προσέγγιση, θα συνέκρινε κανείς τον αυτόματο εντοπισμό με την διαπροσωπική αξιολόγηση από έμπειρο και εξειδικευμένο προσωπικό, μέσα στο σχολικό χώρο, στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ως μέρος της συνήθους ακαδημαϊκής αξιολόγησης. Η ύπαρξη ειδικών δεν μειώνει την ανάγκη για έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία αντικειμενικής αξιολόγησης και διάγνωσης, αντίθετα μάλιστα την καθιστά επιτακτική ώστε να εξασφαλιστεί η αποδοτικότητά τους. Έναντι ειδικών με κατάλληλα εργαλεία η αυτοματοποίηση δεν προσφέρει υψηλότερη ποιότητα υπηρεσιών, έχει όμως να αντιτάξει αφενός την εγγυημένη αντικειμενικότητα και ομοιογένεια και αφετέρου το σχεδόν μηδενικό κόστος χωρίς μείωση αποτελεσματικότητας.

Η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών για τον αυτόματο εντοπισμό μαθητών με πιθανά μαθησιακά προβλήματα δεν μπορεί ποτέ να αντικαταστήσει τον αρμόδιο εξειδικευμένο επαγγελματία ή τον έμπειρο και ευαίσθητοποιημένο παιδαγωγό. Όμως μια τέτοια σύγκριση δεν είναι ρεαλιστική, διότι η διαθεσιμότητα των ανθρώπινων και υλικών πόρων είναι περιορισμένη. Όταν τα εξειδικευμένα άτομα είναι λιγότερα από όσα χρειάζεται το εκπαιδευτικό σύστημα, μια αυτόματη, έγκυρη και αξιόπιστη μέθοδος, με γνωστά τα ισχυρά και ασθενή σημεία της, μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο για την ουσιαστική αναβάθμιση των υπηρεσιών του εκπαιδευτικού συστήματος και την υποστήριξη των μαθητών και μαθητριών με μαθησιακές ιδιαιτερότητες και ποικίλες εκπαιδευτικές ανάγκες. Χωρίς να αποτελεί πανάκεια, και αφού εξασφαλιστεί επιστημονικά η εγκυρότητά της, η αυτοματοποίηση ίσως να είναι η μόνη πρακτικά εφαρμόσιμη προσέγγιση του εκπαιδευτικού συστήματος για την κάλυψη των αυξημένων ειδικών απαιτήσεων και αναγκών των μαθητών.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά τους μαθητές που έλαβαν μέρος στην έρευνα καθώς και τους εκπαιδευτικούς του σχολείου που πρόθυμα διευκόλυναν τη μελέτη μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Balajthy, E. (2002). Information technology and literacy assessment. *Reading & Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties* **18** (4): 369–373.
- Cisero, C.A., Royer, J.M., Marchant, H.G., & Jackson, S.J. (1997). Can the computer-based academic assessment system (CAAS) be used to diagnose reading disability in college students? *Journal of Educational Psychology* **89** (4): 599–620.
- Law, J., Boyle, J., Harris, F., Harkness, A., Nye, C. (1998). Screening for speech and language delay: a systematic review of the literature. *Health Technology Assessment* **2** (9).
- National Joint Committee on Learning Disabilities (1998). *Operationalizing the NJCLD definition of learning disabilities for ongoing assessment in schools*. Asha, 40 (συμπλ. 18).
- National Joint Committee on Learning Disabilities (1994). Issues in learning disabilities: assessment and diagnosis. Στο *Collective perspectives on issues affecting learning disabilities* (σελ. 49–56). Austin, Texas: Pro-Ed.
- Nittrouer, S. (1999). Do temporal processing deficits cause phonological processing problems? *Journal of Speech, Language, & Hearing Research* **42** (4): 925–942.
- A. Protopapas, M. Karamanis, C. Skaloumbakas, D. Nikolopoulos, και A. Kriba (2001). A distributed computer-based screening system for learning disabilities with centralised data processing. EdMedia 2001. Tampere, Φινλανδία, 25–30 Ιουνίου. Άρθρο στα πρακτικά, τ. 2, σελ. 1436–1441.
- A. Πρωτόπαπας, Δ. Νικολόπουλος, Χ. Σκαλούμπας, Μ. Καραμάνης και Α. Κριπά (2001). Σχεδίαση και υλοποίηση ενός συστήματος αυτόματου εντοπισμού μαθητών με πιθανά μαθησιακά προβλήματα. Ανακοίνωση στο 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας. Αλεξανδρούπολη, 24–27 Μαΐου. Άρθρο στο *Λογοπλοήγηση* **9**: 24–33 (Σεπτέμβριος 2002) και στο *Επικοινωνία: Λόγος – Φωνή – Ομιλία* **14**: 5–15.
- Πρωτόπαπας, Α., Σκαλούμπας, Χ., Νικολόπουλος, Δ., Αρχοντή, Α., Τριανταφυλλάκος, Τ. (2002). Λογισμικό ανίχνευσης μαθητών με πιθανές μαθησιακές δυσκολίες: Πρώτα αποτελέσματα από δοκιμαστική εφαρμογή σε μαθητές 1^{ης} Γυμνασίου. Στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.) *Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην εκπαίδευση*, τ. Α', σελ. 433–442.
- Πρωτόπαπας, Α., Σκαλούμπας, Χ., Νικολόπουλος, Δ. (2003). Αυτόματη ανίχνευση μαθησιακών δυσκολιών με το λογισμικό εΜαΔύς: Εγκυρότητα και προοπτικές. Στο Μ. Γλύκας & Γ. Καλομοίρης (επιμ.) *Διαταραχές Επικοινωνίας και Λόγου: Πρόληψη, Έρευνα, Παρέμβαση και Νέες Τεχνολογίες στην Υγεία*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Reed, M.A. (1989). Speech perception and the discrimination of brief auditory cues in reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology* **48** (2): 270–292.
- Singleton, C., Horne, J., & Thomas, K. (1999). Computerized baseline assessment of literacy. *Journal of Research in Reading* **22** (1): 67–80.
- Singleton, C., Thomas, K., & Horne, J. (2000). Computer-based cognitive assessment and the development of reading. *Journal of Research in Reading* **23** (2): 158–180.
- Σκαλούμπας, Χ., Πρωτόπαπας, Α. & Νικολόπουλος, Δ. (2003). Παρουσίαση μιας κλίμακας μαθησιακής αξιολόγησης για την εξέταση των μαθησιακών δυσκολιών και στοιχεία από την χορήγησή της σε μαθητές πρώτης γυμνασίου. Στο Μ. Γλύκας & Γ. Καλομοίρης (επιμ.) *Διαταραχές Επικοινωνίας και Λόγου: Πρόληψη, Έρευνα, Παρέμβαση και Νέες Τεχνολογίες στην Υγεία*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Sternberg, R. J., & Spear-Swerling, L. (επιμ.) (2000). *Perspectives on Learning Disabilities: Biological, Cognitive, Contextual*. Boulder, CO: Westview Press.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain & Language* **9** (2): 182–198.
- Whitehurst, G.J. (2000). The NCLD *Get Ready to Read!* screening tool technical report. Τεχνική έκθεση διαθέσιμη από το http://www.getreadytoread.org/images/GRTR_%20Screen_Tech.pdf.